

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa.

Por:

KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ

CARNÉ: 201040801

MAZATENANGO, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa.

Trabajo presentado a las autoridades del Centro Universitario del Suroccidente -CUNSUROC- de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-

Por:

KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ

CARNÉ: 201040801

Kevin-lp21@hotmail.com

MAZATENANGO, SEPTIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

**CONSEJO DIRECTIVO**

**DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

**REPRESENTANTE DE DOCENTES**

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
Dr. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

**Representante Graduado del Centro Universitario de Suroccidente**

Lic. Ángel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

**Representantes Estudiantiles**

Licda. Elisa Raquel Martínez González	Vocal
Br. Irrael Estuardo Arriaza Jerez	Vocal

**AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

**Coordinador Académico**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

**Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de  
Empresas**

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

**Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social**

Lic. Luis Carlos Muños López

**Coordinador de las Carreras de Pedagogía**

MSc. Mauricio Cajas Loarca

**Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos**

Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores

**Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical**

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

**Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogado y Notario**

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

**Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local**

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

**Coordinador de Área**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

**Carreras Plan Fin de Semana  
del Centro universitario del Suroccidente**

**Coordinadora de las Carreras de Pedagogía**

Licda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

**Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en  
Ciencias de la Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por todo el conocimiento brindado y gracias a ello pude cumplir con esta meta.

### **A mis padres**

Edgardo Sigfredo López Rabanales, María Elizabeth Paz Pérez, por este trabajo que es la recompensa de los sacrificios que han hecho.

### **A mi familia**

Abuelitos, tíos, primos, sobrinos y hermano por el amor y la confianza depositada en mí.

### **A mis amigos**

Que fueron la parte fundamental de este logro, ya que estuvieron conmigo apoyándome en todo momento.

### **A mis asesores**

Inga. Mirna Lucrecia Vela Armas, Ing. Allan Castro Czech, por brindarme su apoyo incondicional en el fortalecimiento de este documento.

### **A los docentes**

Por sus conocimientos y enseñanzas compartidas a lo largo de la carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por brindarme los conocimientos adquiridos durante el periodo de estudios.
- A:** Ejercicio profesional supervisado (EPSUM) por la beca brindada y asesoría durante los seis meses de práctica.
- A:** Municipalidad de Oratorio, por el apoyo incondicional en los trabajos realizados.
- A:** Centro de investigaciones de Ingeniería, por brindarme el apoyo con la realización de las muestras de agua potable de la aldea San José las Cabezas.
- A:** Inga. Agra. Mirna Lucrecia Vela Armas, MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes, Inga. Sharon Frisselene Quiñones Melgar, Ing. Allan Castro Czech, por la asesoría brindada al presente documento.

## INDICE

<b>Contenido.....</b>	<b>pág.</b>
ABSTRACT.....	xii
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	3
III. OBJETIVOS .....	5
3.1 General .....	5
3.2 Específicos.....	5
IV. MARCO REFERENCIAL.....	6
4.1 Datos históricos y origen del nombre.....	6
4.1.1 Fiesta titular.....	6
4.2 Extensión territorial.....	6
4.3 Ubicación geográfica del municipio.....	6
4.3.1 Distancia de la comunidad hacia el municipio.....	8
4.3.2 Distancia hacia la cabecera departamental.....	8
4.3.3 Altura sobre el nivel del mar.....	8
4.4 División político administrativa.....	8
4.4.1 Municipios que integran el departamento de Santa Rosa.....	8
4.4.2 Vías de comunicación.....	10
4.5 Historia de la comunidad.....	10
4.5.1 Ubicación geográfica.....	11
4.5.2 Distancias y colindancias.....	11
4.6 Caracterización socioeconómica.....	13
4.6.1 Población.....	13
4.6.2 Total de viviendas en el área urbana.....	13

4.7 Servicios públicos.....	13
4.7.1 Hospitales, Centros de Salud, y clínicas municipales.....	13
4.7.2 Centros educativos .....	15
4.7.3 Mercados .....	16
4.7.4 Acceso a drenajes .....	16
4.7.5 Acceso a electricidad.....	16
4.7.6 Acceso a agua potable .....	16
V. Revisión de literatura .....	17
5.1 Generalidades del agua .....	17
5.2 Agua subterránea.....	17
5.2.1 Manantiales .....	18
5.3 Agua potable .....	19
5.4 Usos del agua .....	19
5.5 Impurezas en el agua.....	20
5.6 Sistemas de agua potable.....	21
5.6.1 Captación de agua.....	21
5.6.2 Tanque de captación .....	21
5.6.3 Conducción.....	21
5.6.4 Almacenamiento de agua .....	22
5.6.5 Tratamiento de agua.....	22
5.6.6 Distribución .....	26
5.7 Método volumétrico para medir caudales.....	26
5.8 Población futura .....	27
5.9 Dotación .....	28
5.9.1 Caudal medio diario (Qm).....	28



5.9.2 Caudal máximo diario (QMD) .....	29
5.9.3 Caudal máximo horario (QMH) .....	29
5.9.4 Caudal de uso simultáneo (redes de distribución) .....	30
5.10 Aspectos legales en Guatemala con relación al agua potable. ....	30
5.10.1 Constitución Política de la República.....	31
5.10.2 Código Municipal, DECRETO 12-2002.....	34
5.10.3 Código de Salud, DECRETO 90-97.....	34
a. ARTICULO 78. Acceso y cobertura universal.....	34
b. ARTICULO 79. Obligatoriedad de las municipalidades....	34
c. ARTICULO 80. Protección de las fuentes de agua. ....	35
d. ARTICULO 82. Fomento de la construcción de servicios.	35
e. ARTICULO 87. Purificación del agua.....	35
5.10.4 Política nacional de agua potable .....	36
a. Agua potable y saneamiento para el desarrollo humano .	36
b. Conservación, protección y mejoramiento de fuentes de agua, bosques, suelos y riberas de ríos en cuencas .....	36
c. Planificación hidrológica, obras hidráulicas de regulación y gobernabilidad del agua.....	37
d. Política pública y régimen legal e institucional de cursos de aguas internacionales .....	39
5.11 Norma COGUANOR 29 001 .....	39
5.11.1 Estructura COGUANOR .....	39
5.11.2 Funciones de COGUANOR (Decreto No. 78-2005).....	40
5.12 Características del agua según norma COGUANOR 29 001 .....	41
5.12.1 Características físicas.....	41
5.12.2 Características químicas.....	41

5.12.3	Características microbiológicas .....	42
5.13	Parámetros de calidad en el agua a analizar .....	43
5.13.1	Sabor, color y aspecto .....	43
5.13.2	Turbidez.....	43
5.13.3	Conductividad eléctrica.....	44
5.13.4	pH .....	44
5.13.5	Sólidos totales disueltos .....	44
5.13.6	Calcio:.....	45
5.13.7	Nitratos y nitritos .....	45
5.13.8	Cloro residual.....	45
5.13.9	Manganeso .....	45
5.13.10	Cloruro.....	46
5.13.11	Magnesio:.....	46
5.13.12	Sulfatos .....	46
5.13.13	Hierro.....	46
5.13.14	Dureza.....	47
5.13.15	Microbiología .....	47
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	48
6.1	Diagnosticar los sistemas de captación, conducción y distribución del agua para consumo humano.....	48
6.1.1	Materiales .....	48
6.1.2	Métodos .....	49
6.2	Determinar la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de captación, conducción y distribución, de acuerdo a la norma COGUANOR 29001. ....	53
6.2.1	Materiales .....	53

6.2.2 Métodos .....	53
6.3 Elaborar la propuesta de mejora de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua con base a los resultados obtenidos.....	57
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
7.1 Diagnosticar los sistemas de captación, conducción y distribución del agua para consumo humano.....	58
a. Identificación de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua.....	58
b. Realización de planos, y del diagrama de flujo de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua. ..	60
c. Verificación de las condiciones físicas de los sistemas de agua para consumo humano. ....	62
d. Medición de caudales por el método volumétrico de los sistemas de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas. ....	64
7.2 Verificación del cumplimiento de la Norma COGUANOR NTG 29001 de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se realizó lo siguiente.....	66
7.2.1 Análisis físicos, químicos y microbiológicos.....	66
7.3 Propuesta de mejora de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua con base a los resultados obtenidos.....	71
7.3.1 Reparación de la estructura física de los sistemas de captación, conducción y distribución .....	71
7.3.2 Implementar el sistema de cloración y desinfección al agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas. ...	71

7.3.2.1 Propuesta del sistema de cloración y desinfección a base de hipoclorito de calcio (en pastillas) de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas.....	71
7.3.2.2 Calculo de la dosificación de cloro en pastillas para el sistema de cloración en línea. ....	74
VIII. CONCLUSIONES.....	75
IX. RECOMENDACIONES .....	76
X. BIBLIOGRAFÍA.....	77
XI. ANEXOS .....	84
ANEXO I. Formato de listado de cotejo, utilizada para verificar las condiciones físicas de los sistemas de agua. ....	85
ANEXO II. Planos de los sistemas existentes de agua de la aldea San José las Cabezas, Oratorio Santa Rosa.....	86
ANEXO III. Propuesta de mejora de infraestructura de los sistemas de agua. ...	89
ANEXO IV. Cálculos de dosificación de cloro en pastillas .....	91
ANEXO V. Resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos.....	92
XII. GLOSARIO.....	98

## Índice de Cuadros

No.	Titulo	Pág.
1.	Causas de morbilidad infantil.....	14
2.	Cobertura educativa por sector y nivel.....	15
3.	Cantidad de cloro líquido a dosificar según su concentración.....	24
4.	Preparación de soluciones madre de hipoclorito de calcio.....	25
5.	Dotación mínima para diseño de agua potable.....	28
6.	Características físicas del agua.....	41
7.	Características químicas del agua.....	42
8.	Valores guía para calidad microbiológica del agua.....	43
9.	Materiales para medición de caudal.....	48
10.	Materiales utilizados para toma de muestra.....	53
11.	Toma de muestras simples para análisis fisicoquímicos.....	54
12.	Toma de muestras simples para análisis bacteriológico.....	54
13.	Identificación de los sistemas de agua.....	58
14.	Resultados de la evaluación de los tres sistemas de agua.....	62

15.	Tiempos de la medición de caudal agua.....	64
16.	Capacidad de captación y distribución de agua con la que cuenta la aldea San José Las Cabezas.....	64
17.	Comparación de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos con la norma COGUANOR 29001.....	66
18.	Dosificación de cloro a distintas concentraciones.....	74

## Índice de figuras

No.	Título	Pág.
1.	Mapa de ubicación del municipio de Oratorio.....	7
2.	Mapa de los municipios de Santa Rosa .....	9
3.	Mapa de San José las Cabezas y sus colindancias.....	12
4.	Medición de volumen.....	27
5.	Mapa de identificación de los sistemas de agua.....	59
6.	Diagrama de flujo del sistema de agua.....	60
7.	Tipos de dosificadores de cloro en pastillas.....	72
8.	Diseño de dosificar de cloro en línea.....	73
9.	Plano del diagrama de captación, conducción y distribución de agua.....	86
10.	Plano de la distribución actual de agua.....	87
11.	Plano de ubicación de llaves de paso de agua.....	88
12.	Propuesta de tapadera para cajas captadoras de agua.....	89
13.	Propuesta de repello, cernido y alisado para los tanques de agua....	90
14.	Análisis fisicoquímico de agua del sistema el Pacayal.....	92
15.	Análisis fisicoquímico de agua del sistema el Sunzo.....	93

16.	Análisis fisicoquímico de agua del sistema Don Chayo.....	94
17.	Análisis bacteriológico de agua del sistema el Pacayal.....	95
18.	Análisis bacteriológico de agua del sistema el Sunzo.....	96
19.	Análisis bacteriológico de agua del sistema Don Chayo.....	97



## ABSTRACT

The present investigation consisted in evaluating the system of capture, the conduction and the distribution of water for the human consumption of the village San José the Heads, of the municipality of Oratorio, the department of Santa Rosa.

The village San José las Cabezas counts on 6,348 inhabitants, the majority of the people that migrate of the neighboring municipalities, because in these lands emerge the water of the springs.

It has an extension of 54 blocks of communal land, which is used to exploit the water resource. The village is supplied with water by three systems, which are the sources of the subterranean ones of the zone.

The economic activity of the village is based on agriculture and livestock, the population is using 85% of the communal area for sowing coffee (*coffea arabica*), for grazing, and hunting, obtaining from these activities a harmful effect , as they cause pollution of groundwater and surface waters.

Due to the activities that are affecting the communal zone, it was decided to evaluate the existing systems for capturing, conducting, and distributing water for human consumption in the village, with the purpose of generating proposals that contribute to the improvement of water quality and the well-being of the population.

Activities were carried out such as: observation, geo-referencing, metering of collection boxes, collection and distribution tanks, in order to determine the physical conditions in which they are found, and the drawing of plans.

The physical, chemical and microbiological analyzes of water were also carried out at the Research Center of the Faculty of Engineering of the Central Campus of the University of San Carlos of Guatemala, in order to compare the parameters found with what establishes the standard COGUANOR NTG 29001. The flow rate that entered the storage and distribution systems was determined in order to calculate the total volume of water available. Based on the results obtained from the previous activities, it is proposed to establish a system to improve existing systems, in order to improve the conditions in which they are and thus be able to provide a quality service to users.

In the infrastructure of the current water systems deficiencies were found, 62.5% of the collection boxes have a cracked lid, 100% of the inside of them do not contain repello; the pipes do not contain solids retention grid. 100% of the storage and distribution tanks have internal iron ladder, without anticorrosive protection, which makes contaminated the stored water. The inner walls of 100% of the tanks are not covered with repello or waterproofing paint, which allows fungi and pathogens to proliferate. 100% of the tanks have unevenness in the floor and cleaning valve, which is not done frequently causing sediment in the water.

Based on the analyzes performed, it is demonstrated that the existing systems do not comply with a chemical parameter and in its entirety (100%) with the microbiological parameters, as established by the COGUANOR NTG 29001 standard.

## I. RESUMEN

La presente investigación consistió en evaluar el sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, del municipio de Oratorio, departamento de Santa Rosa.

La aldea San José las Cabezas cuenta con 6,348 habitantes, la mayoría son personas que migraron de los municipios colindantes, debido a que en estas tierras emerge el agua de los manantiales.

Cuenta con una extensión de 54 manzanas de terreno comunal, el cual es utilizado para explotar el recurso hídrico. La aldea es abastecida de agua por tres sistemas, los cuales son provenientes de fuentes subterráneas de dicha zona.

La actividad económica de la aldea se basa en la agricultura y ganadería, la población se encuentra aproximadamente utilizando 85% de la zona comunal para siembra de cultivo de café (*coffea arabica*), para pastoreo, y cacería, obteniendo de estas actividades un efecto dañino, ya que provocan la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

Debido a las actividades que se encuentran afectando la zona comunal, se decidió evaluar los sistemas existentes de captación, conducción, y distribución de agua para consumo humano con que cuenta la aldea, con la finalidad de generar propuestas que contribuyan al mejoramiento de calidad de agua y al bienestar de la población.

Se realizaron actividades como: la observación, georreferenciación, medición de las cajas captadoras, tanques de captación y distribución, con el fin de determinar las condiciones físicas en que se encuentran, y la elaboración de los planos.

Así mismo se realizaron los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua, en el Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para cotejar los parámetros encontrados con lo que establece la norma COGUANOR NTG 29001. De igual manera se determinó el caudal que ingresa a los sistemas de almacenamiento y distribución con el propósito de calcular el volumen total de agua con la que se dispone. Con base a los resultados obtenidos de las actividades anteriores se propone establecer un sistema de mejoramiento de los sistemas existentes, con el objeto de mejorar las condiciones en que se encuentran y así poder brindar un servicio de calidad a los usuarios.

En la infraestructura de los sistemas actuales de agua se encontraron deficiencias, el 62.5% de las cajas captadoras cuenta con la tapadera agrietada, el 100% de la parte interna de las mismas no contienen repello; las tuberías no contienen rejilla de retención de sólidos. El 100% de los tanques de almacenamiento y distribución cuentan con escalera interna de hierro, sin protección anticorrosiva, lo que hace contaminar el agua almacenada. Las paredes internas del 100% de los tanques no están cubiertos con repello ni pintura impermeabilizante, lo que permite que se proliferen hongos y patógenos. El 100% de los tanques cuenta con desnivel en el piso y válvula de limpieza, la cual no se realiza con frecuencia provocando sedimentos en el agua.

Con base a los análisis realizados se demuestra que los sistemas existentes no cumplen con un parámetro químico y en su totalidad (100%) con los parámetros microbiológicos, según lo establecido por la norma COGUANOR NTG 29001.

## II. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en la evaluación de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas. Actualmente existen tres sistemas los cuales no cuentan con ningún tipo de tratamiento fisicoquímico y microbiológico, dichos sistemas se encuentran en una zona comunal, área que no se encuentra cercada y que está siendo utilizada por los aldeanos para la siembra de café (*coffea arabica*), para pastoreo y ganadería, debido a dichas actividades se están contaminando las aguas superficiales y subterráneas

Observando tal problema surgió la necesidad de evaluar los sistemas de captación, conducción y distribución de agua, desde el punto de vista de la infraestructura y de calidad, para determinar las condiciones del agua que proveen a los aldeanos.

De igual forma se realizó el levantamiento topográfico de los sistemas de captación, conducción, y distribución, tomando las medidas de las cajas captadoras, y tanques de almacenamiento, con el fin de elaborar los planos de los sistemas existentes.

Se tomaron seis muestras de agua en los tanques de almacenamiento y distribución, para los análisis, físicos, químicos, y bacteriológicos, dichas muestras fueron analizadas en el Centro de Investigación de Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, con el fin de determinar el cumplimiento del agua con el estándar de calidad establecido en el país (Norma COGUANOR NTG 29001).

Cotejando los resultados obtenidos con los valores que exige la norma COGUANOR NTG 29001, se determinó que no cumplen lo establecido en dicha norma, debido a que los sistemas cuentan con nitratos, coliformes totales y fecales.

Delimitados los problemas, se propone implementar una propuesta de mejora a los sistemas existentes de agua para consumo, con el objetivo de garantizar que la población de la aldea San José las Cabezas, cuente con un servicio eficiente y de calidad.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

Evaluar los tres sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa.

#### **3.2 Específicos:**

- a. Diagnosticar los sistemas de captación, conducción y distribución del agua para consumo humano.
- b. Determinar la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de captación, conducción y distribución, de acuerdo a la norma COGUANOR 29001.
- c. Elaborar la propuesta de mejora de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua con base a los resultados obtenidos.

## **IV. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1 Datos históricos y origen del nombre.**

El municipio de Oratorio fue fundado el 26 de abril de 1830, por Acuerdo Ejecutivo, dentro de la jurisdicción del departamento de Jutiapa. Antiguamente, era conocido como un paraje llamado La Leona, se encuentra en ruta a El Salvador. A solicitud de la municipalidad y vecinos del municipio de Oratorio, se decidió separarlo de Jutiapa el 6 de febrero de 1874 y agregarlo al departamento de Santa Rosa, al que pertenece actualmente. (Modelo de desarrollo territorial, 2010)

#### **4.1.1 Fiesta titular.**

Según Orozco (2016) celebra su fiesta titular del 28 de febrero al 5 de marzo, en honor a la Sagrada Familia, el día dos es el día principal y entre otras festividades sobresale la Fiesta de Corpus Christi, también llamada fiesta de veteranos y que generalmente se celebra en el mes de noviembre.

### **4.2 Extensión territorial**

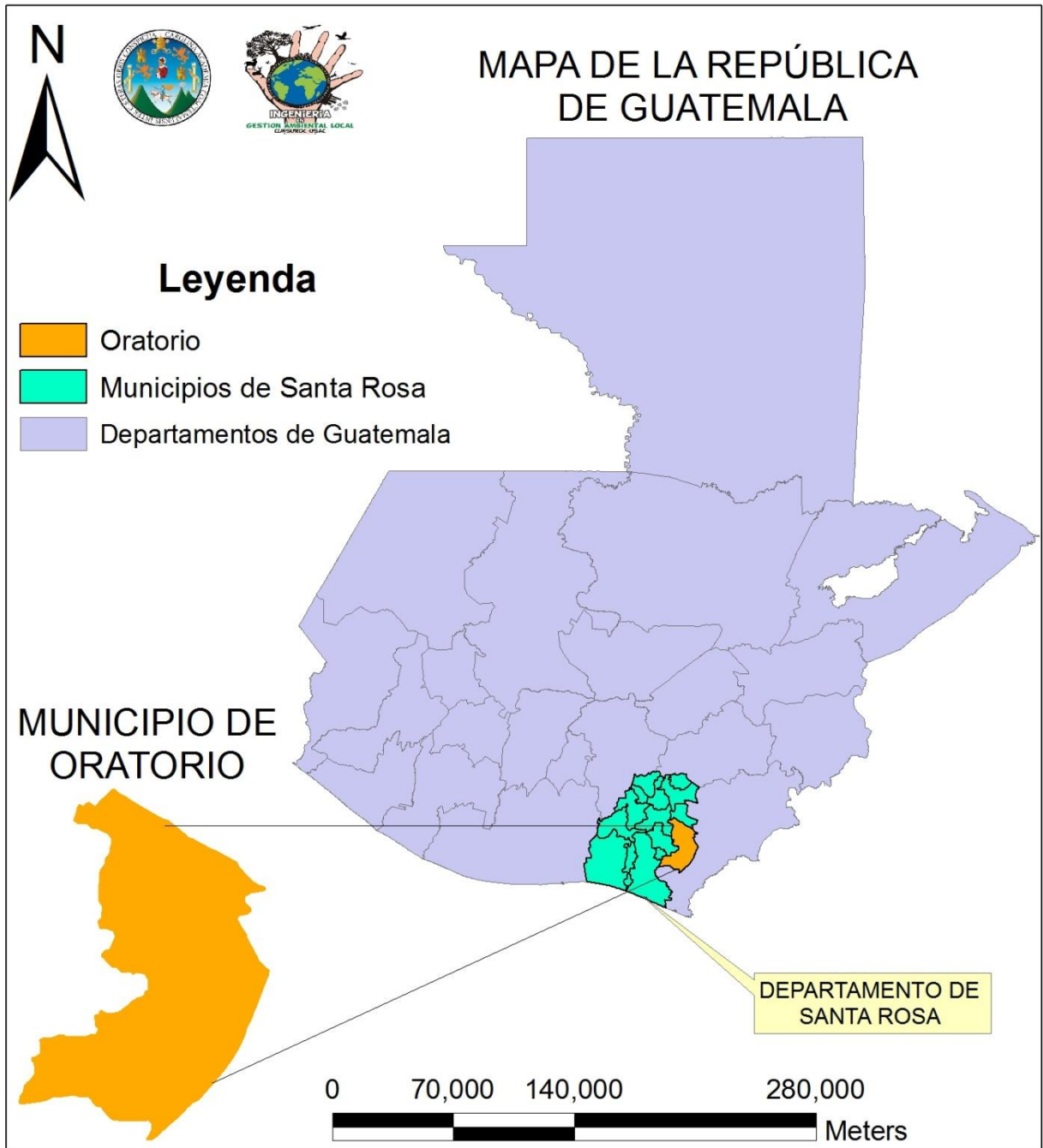
El municipio cuenta con una extensión territorial aproximada de 311 kilómetros cuadrados. Es atravesado por la carretera Interamericana Vía CA-8, la que se encuentra totalmente asfaltada y actualmente está siendo ampliada a 2 carriles por lado con el fin de hacer que el tráfico pueda ser más fluido; tiene una extensión de 21 kilómetros aproximadamente. (Modelo de desarrollo territorial, 2008)

### **4.3 Ubicación geográfica del municipio**

El municipio de Oratorio se encuentra situado en el límite al norte con el municipio de Cuilapa cabecera del departamento y el municipio de San José Acatempa del departamento de Jutiapa; al sur con los municipios de San Juan Tecuaco y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa, y el municipio de Pasaco de Jutiapa, al este con los municipios Jalpatagua y Moyuta del departamento de Jutiapa y, al oeste con Santa María Ixhuatán y Cuilapa, Santa Rosa. (Modelo de desarrollo territorial, 2010)



## Ubicación del municipio de Oratorio, Santa Rosa



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS GTM  
DATUM: WGS 84

Figura No.1 Mapa de ubicación del municipio de Oratorio

Nota: Con base a capas del IGN

#### **4.3.1 Distancia de la comunidad hacia el municipio**

La aldea San José las Cabezas se ubica a una distancia de 10 km de la cabecera municipal, sobre la carretera Centroamericana CA-8 a la altura del kilómetro 88. (Monografía del municipio, 1994)

#### **4.3.2 Distancia hacia la cabecera departamental**

La cabecera municipal de Oratorio se encuentra a una distancia de 16 km de la cabecera departamental de Santa Rosa (Cuilapa) y a 78 Km de la ciudad capital de Guatemala. (Monografía del municipio, 1994)

#### **4.3.3 Altura sobre el nivel del mar**

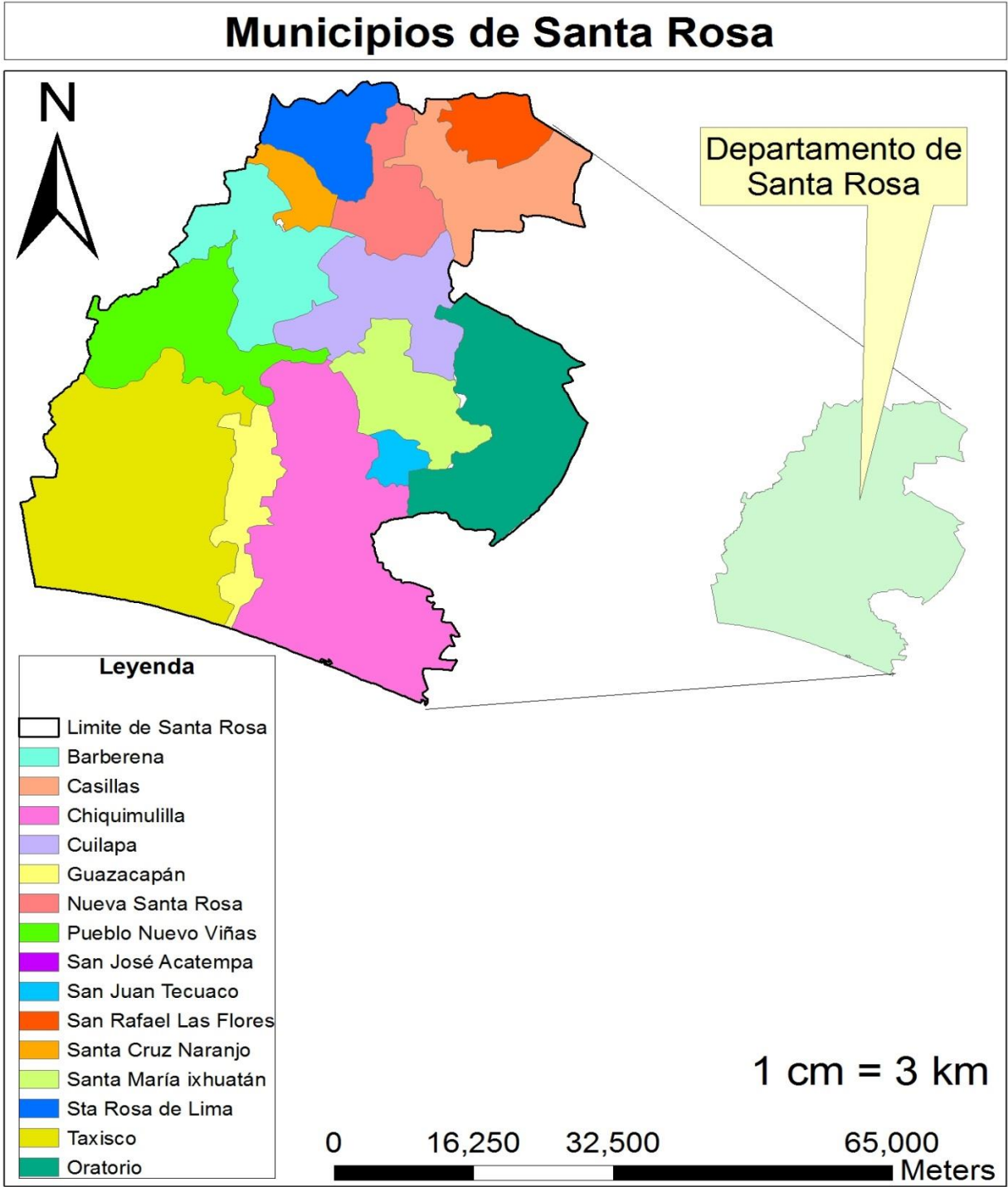
El municipio se encuentra a 955 metros sobre el nivel del mar. (Monografía del municipio, 1994)

#### **4.4 División Político-Administrativa.**

El municipio de Oratorio está dividido por 1 pueblo, 22 aldeas, 32 caseríos, 86 fincas, 3 haciendas, 4 parajes, y un corredor biológico. (Modelo de desarrollo territorial, 2008)

#### **4.4.1 Municipios que integran el departamento de Santa Rosa**

De acuerdo a Orozco (2016) integran 14 municipios el departamento, los cuales son los siguientes: Cuilapa, Barberena, Santa Rosa de Lima, Casillas, San Rafael las Flores, Oratorio, San Juan Tecuaco, Chiquimulilla, Taxisco, Santa María Ixhuatán, Guazacapán, Santa Cruz Naranjo, Pueblo Nuevo Viñas, Nueva Santa Rosa.



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS  
GTM DATUM WGS 84



Figura No.2 Mapa de los municipios de Santa Rosa

Nota: Con base a capas del IGN

#### **4.4.2 Vías de comunicación**

De acuerdo al modelo de desarrollo territorial (2008) la vía principal es la carretera Interamericana o Vía CA-8, de poniente a oriente y cubre la extensión aproximada de 21 kilómetros, esta carretera está totalmente asfaltada. Esta es la vía principal de entrada y salida de las unidades de producción.

El municipio cuenta con una red de caminos de terracería aproximadamente 38.75 kilómetros de longitud que conectan con las diversas aldeas, caseríos y fincas, la mayoría son transitables en la época de verano. En invierno muchos caseríos quedan incomunicados con la cabecera municipal, de esta manera dificulta el aproximamiento de insumos para uso de sus labores agrícolas. (Palacios, 2016)

Se han construido tres puentes de concreto que han facilitado el paso sobre ríos que en invierno no podían ser atravesados. Uno de estos puentes fue destruido por el huracán Mitch en el año 1998 y luego reconstruido por el programa de Fondos de Inversión Social. Existe un camino que cubre desde el parcelamiento La Nueva Providencia, caserío El Jocotillo donde bifurca con la Vía CA-8 o carretera Interamericana. (Modelo de desarrollo territorial, 2008)

#### **4.5 Historia de la comunidad**

Según Cordero (2016) originalmente formaba parte de la finca La Virgen, pero luego fue desmembrada y vendida a un nuevo dueño al que le fue expropiada por el Estado de Guatemala por colaborar con El Salvador en el intento de invasión, durante el gobierno de Justo Rufino Barrios, según versiones de los pobladores más antiguos del lugar. Durante décadas esta tierra fue administrada por varias personas, contratadas por el Estado de Guatemala. Sin embargo a finales de la década de 1960, durante el gobierno de Julio César Méndez Montenegro fue entregado a una Cooperativa formada por pobladores del lugar (Originalmente trabajadores de la finca y personas que emigraron de otros lugares).

De acuerdo a López (2001) en los gobiernos subsiguientes hubo mucha inestabilidad en Guatemala provocada por el enfrentamiento armado entre el Ejército de Guatemala y la Unidad Revolucionaria Nacional Guatemalteca, por lo que fue imposible realizar la distribución de las tierras. Fue hasta el año 1984 durante el gobierno de Oscar Humberto Mejía Víctores, cuando se distribuyó a pobladores de escasos recursos, no solo de los que ya vivían en el lugar, sino a pobladores que llegaron de diferentes lugares.

De acuerdo a Franco (2016) la distribución de tierras duró unos tres años, tiempo en el cual los pobladores recibieron una parcela de 8 manzanas y un lote de 40 metros cuadrados aproximadamente en el área más urbanizada del lugar. Emigraron entonces pobladores, principalmente de diferentes comunidades de Jutiapa (Jalpatagua, Santa Catarina Mita, Quesada, Moyuta y Comapa). En el año 1990 durante la administración municipal del señor Luis Lemus, se introdujo el servicio de agua potable en la población, aprovechando la riqueza acuífera del lugar.

#### **4.5.1 Ubicación geográfica**

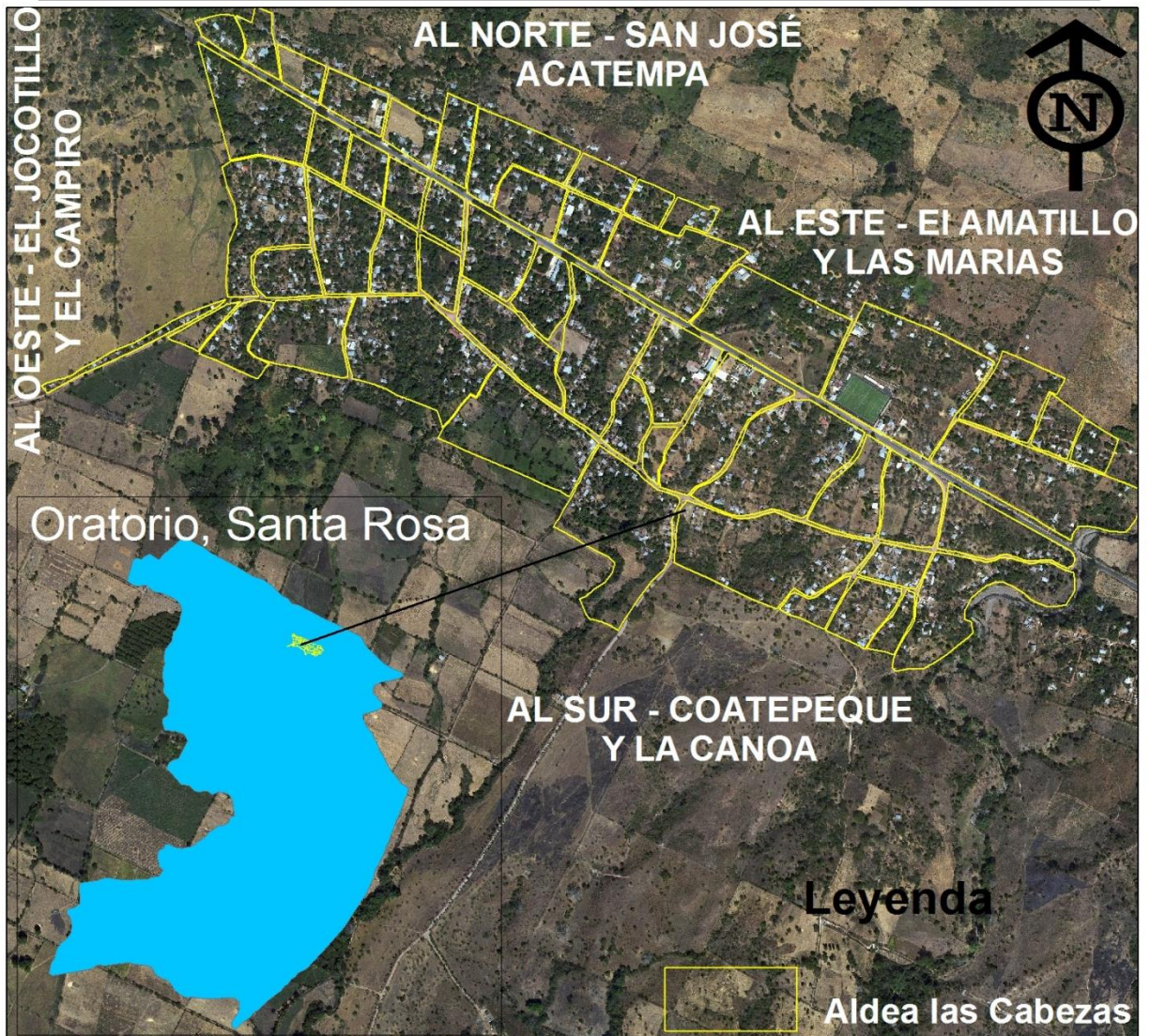
Se encuentra localizado al nor-este del departamento de Santa Rosa, en la Región IV o Región Sur-Oriente. Se localiza en la latitud 14° 15' 40" y en la longitud 90° 10' 42". (Modelo de desarrollo territorial, 2008)

#### **4.5.2 Distancias y colindancias**

Se encuentra a una distancia de 10 km de la cabecera municipal de Oratorio, a 23 km de la cabecera departamental de Santa Rosa (Cuilapa) y a 88 km de la Ciudad de Guatemala, por la ruta CA-8 que es la vía más cercana a El Salvador. Colinda en la parte norte con el municipio de San José Acatempa, Jutiapa. En la parte sur con las comunidades de La Canoa y la finca Coatepeque. En la parte oriente con la comunidad de Las Marías y en la parte occidental con la comunidad de El Jocotillo y la finca Los Campiros. (Cordero, 2016)



## Aldea San José las Cabezas y sus colindancias



1 centimeter = 34,536 meters



Sistema de coordenadas proyectadas GTM  
Datum: WGS 84  
Fecha: julio 2016



Figura No3. Mapa de San José las Cabezas y sus colindancias.

Nota: Con base a capas del IGN y ortofotos del INAB.

## **4.6 Caracterización socioeconómica**

### **4.6.1 Población**

Según proyección del INE (2012) dentro de los límites de la aldea San José Las Cabezas residen 1,270 familias que corresponde a 6348 personas en el año 2016.

### **4.6.2 Total de viviendas en el área urbana**

Según el censo poblacional en el año 2012 realizado por el INE (Instituto Nacional de Estadística), se tenían 1034 viviendas, la población era de 5168 habitantes, pero según proyección del MSPAS (Ministerio de Salud Pública Y Asistencia Social), para el 2016 ha incrementado a 6348 habitantes en la aldea Las Cabezas.

## **4.7 Servicios Públicos**

### **4.7.1 Hospitales, Centros de Salud, y clínicas municipales.**

Según Silva (2016) en la comunidad únicamente se tiene un Puesto de Salud, no se cuenta con servicios del IGSS, para lo cual los afiliados tienen que ir a la cabecera departamental o desplazarse hacia la ciudad capital, aunque existe un hospital privado.

La red de servicios está constituida por Centros y Puestos de Salud distribuidos en diferentes centros poblados, cuya función es la protección, promoción, recuperación y rehabilitación de salud. El distrito de salud abarca los siguientes servicios: (Silva, 2016)

- Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal
- Puesto de Salud Las Cabezas, en el parcelamiento del mismo nombre.
- Puesto de Salud La Ceibilla, en el caserío del mismo nombre, y
- Puesto de Salud Coatepeque, en el caserío del mismo nombre.

Según García (2016) la unidad que se ubica en el parcelamiento Las Cabezas es el único que funciona normalmente, las otras dos debido a razones administrativas no cuentan con personal para brindar la atención correspondiente, aunque sí tiene las instalaciones físicas adecuadas para cumplir con su función.

De acuerdo a Silva (2016) el total de personas que laboran en las unidades de salud se distribuyen de la siguiente manera: un médico, un oficinista, tres enfermeras, un inspector de saneamiento ambiental, un conserje guardián, un mensajero, un secretario, veintiocho comadronas, noventa y cuatro guardianes de salud, cuatro promotores comunitarios y tres promotores institucionales.

En el cuadro que se presenta a continuación se muestran las principales causas de morbilidad en niños menores de un año en el municipio, (García, 2016)

Cuadro No. 1 Causas de Morbilidad Infantil

<b>Causa</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Parásitos</b>	8	2.7
<b>Desnutrición</b>	8	2.7
<b>Alergia</b>	8	2.7
<b>Conjuntivitis</b>	9	3.1
<b>Micosis</b>	11	4
<b>Neumonía</b>	13	4.5
<b>Infección de la piel</b>	23	8
<b>Diarrea</b>	28	9.8
<b>Amigdalitis</b>	70	24.5
<b>Resfriado común</b>	109	38
<b>Totales</b>	287	100

Fuente: García, 2016

Según el Centro de Salud del municipio, las causas de morbilidad se encuentran estrechamente relacionadas con las causas de muerte, entre las que predominan la infección respiratoria (neumonía, resfrío común), la diarrea y el parasitismo intestinal, las cuales afectan a la población infantil en el



municipio. Tal realidad no es de extrañar, toda vez que el complejo infección – nutrición prevalece como principal causa de enfermedad y muerte en el país, la cual afecta a la población más pobre. (García, 2016)

#### 4.7.1.1 Cobertura del Centro de Salud

El Centro de Salud de Oratorio, cubre las aldeas Pineda, La Pastoría y El Zapotillo, los caseríos El Mango, El Sitio, El Soyate, El Guayabo, La Virgen, El Cacao y Joya del Guayabo. Como se puede notar por el cierre de Puestos de Salud del caserío Coatepeque y La Ceibilla, el Puesto de Salud del parcelamiento Las Cabezas, absorbe algunas comunidades que le correspondían a estos puestos. (Silva, 2016)

Según García, (2016) cubre los caseríos La Canoa, Las Marías, El Jocotillo, Santa Isabel, Santa Rosita y Coatepeque. Sin embargo, debido a la demanda este servicio, es insuficiente para cubrirla en su totalidad.

#### 4.7.2 Centros educativos

De acuerdo a González (2016) el avance educativo municipal, el municipio ocupa el lugar número 20 a nivel de todo el país. Con tasas en el nivel preprimaria de 87% básico de 55% de terminación.

Cuadro No. 2 Cobertura educativa por sector y nivel

Nivel	Oficial	Cooperativa	Privado	Total
Preprimaria	25	0	2	27
Primaria	37	0	2	39
Básico	5	4	1	10
Diversificado		3	1	4

Fuente, González, 2016

### **4.7.3 Mercados**

Según Cordero (2016) en la actualidad no existe mercado, únicamente comercio barrial sobre la calle principal CA-8 en donde se comercializa cualquier tipo de producto. Generalmente los productos son traídos de la cabecera municipal de Cuilapa o bien de Barberena. Aunque algunos productos son traídos de Jalpatagua.

### **4.7.4 Acceso a drenajes**

De acuerdo a Guevara (2016) actualmente en la comunidad se tiene una red de drenajes que son redirigidos hacia la planta de procesamiento de aguas residuales que posee la misma.

### **4.7.5 Acceso a electricidad**

Según Rivas (2016) el acceso a la energía eléctrica se encuentra en un 96%, tanto para vivienda unifamiliar y otros usos, mientras que un 4% usa un sistema flamable precario.

### **4.7.6 Acceso a agua potable**

De acuerdo Franco (2016) la captación de agua subterránea es por medio de tres sistemas de red de distribución por gravedad que oscilan entre 2,000 a 900 m<sup>3</sup> por día, cubriendo el 95% de la totalidad de la aldea, se ha reconocido que se le hace limpieza a los tanques de captación y distribución cada 3 meses, así mismo no cuenta con un sistema de tratamiento para mejorar la calidad del agua.

## **V. Revisión de literatura**

### **5.1 Generalidades del agua**

Según Solórzano (2005) el agua es una combinación de los elementos hidrógeno (H) y oxígeno (O) y su fórmula estequiométrica es H<sub>2</sub>O. El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido. El agua es el compuesto principal de la materia viva y constituye del 50 al 90 % de la masa de los organismos vivos.

El agua es esencial para la vida del ser humano, por lo tanto es necesario tener la certeza de que al momento de consumirla no tendrá una repercusión en la salud. La calidad del agua juega un papel importante en el aseguramiento de la salud de la población, ya que puede contener factores de riesgo por agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica. Esto sucede cuando las características físicas, químicas y microbiológicas son alteradas, sobrepasando los parámetros establecidos para que el agua sea apta para consumo humano. (OMS, 2015)

### **5.2 Agua subterránea**

De acuerdo a Fuentes (1992) una parte de la precipitación caída (en forma de lluvia, nieve o granizo) discurre por la superficie terrestre formando arroyos y ríos, lo que constituye la escorrentía superficial. Otra parte se infiltra en el terreno, rellenando poros y fisuras; cuando éstos se saturan, el agua fluye por gravedad hacia los manantiales, ríos o mares, dando lugar a la escorrentía subterránea.

Las aguas superficiales y las aguas subterráneas están muy relacionadas, pues es muy frecuente que el agua subterránea aflore en fuentes y manantiales para seguir un recorrido superficial, mientras que en otros casos el agua superficial se infiltra, pasando a formar parte del agua subterránea. (Fuentes, 1992).

Según Fuentes (1992) en muchas ocasiones, los ríos superficiales sirven de desagüe natural a las corrientes subterráneas, por ese motivo siguen llevando agua aunque transcurran largos períodos de tiempo sin llover.

La relación entre las aguas superficiales y subterráneas resulta muy patente en el curso de muchos ríos. Cuando el agua circula sobre un terreno permeable no consolidado, una parte del caudal rellena los poros de ese terreno, formando un manto de aguas subálveas que discurre a la par del río superficial. Por tanto, en torno al río superficial fluye otro río subterráneo que discurre a mucha menos velocidad, que el anterior. Cuando el nivel del agua se sitúa por debajo de la superficie del cauce, la totalidad del agua es subterránea. (Fuentes, 1992).

### **5.2.1 Manantiales**

Según Flo Palomino (2014) las fuentes o manantiales son los puntos en donde el agua subterránea aflora a la superficie, se pueden explotar directamente o previa ampliación, mediante la construcción de captaciones adecuadas, según la forma en que el agua aflora a la superficie, se establecen diferentes tipos de manantiales.

- De emergencia o de vaguada.

La zona de saturación o nivel freático de un acuífero libre, bajo terreno ondulado, se sitúa por encima de la cota del terreno, surgiendo el agua en las vaguadas o depresiones situadas por debajo de ese nivel freático. Estos manantiales están sujetos a las variaciones de nivel freático originadas por las condiciones climáticas. (Fuentes, 1992)

- De vertedero.

Estos manantiales se sitúan, por lo general, en los afloramientos de formaciones impermeables situadas entre otras permeables, surgiendo el agua a través de las discontinuidades del terreno. (Flo Palomino, 2014)

- De filón o de grieta.

El agua de un acuífero, confinado o a presión, asciende por las grietas de las zonas fisuradas hasta que aflora a la superficie. En ocasiones el agua asciende desde zonas muy profundas, conservando una temperatura más o menos elevada (fuentes termales). (Flo Palomino, 2014)

### **5.3 Agua potable**

Según Má Villatoro (2006) es cuando el agua puede ser utilizada sin representar un peligro para la salud del ser humano, ya que sus características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas, evaluadas, y se determina que estos elementos se encuentran dentro de los parámetros aceptables ya establecidos por normas nacionales e internacionales que han estudiado que son tolerables por el hombre.

De acuerdo a Hernández (2012) el agua potable significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y por lo tanto estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud.

### **5.4 Usos del agua**

Según Solórzano (2005) los usos que se le dan al agua, son los siguientes.

- a) Para uso humano: se refiere al agua que se usa para cocinar, beber y para uso doméstico.
- b) Para uso recreativo: se refiere al agua utilizada para baño, natación, deportes acuáticos, etc.
- c) Para uso agrícola: se refiere al agua que se utiliza para riego y lavado de productos agrícolas.

- d) Según Flo Palomino (2014) para uso industrial: se refiere al agua que sirve como materia prima o bien ingrediente en manufactura y/o fabricación, para lavar materia prima y producto, para transporte de material, para producir vapor en calderas, como refrigerante o calefacción en procesos térmicos, como lubricante, etc.
- e) Para uso público: se refiere al agua que se utiliza en la demanda de incendios, higiene de la población, fuentes, bebederos, etc.

### **5.5 Impurezas en el agua**

El agua durante su condensación y precipitación, en forma de lluvia o nieve absorbe de la atmósfera cantidades variables de dióxido de carbono y otros gases, así como pequeñas cantidades de materia orgánica e inorgánica, el agua reacciona con los minerales del suelo y de las rocas. Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son los sulfatos, cloruros, bicarbonato de sodio y potasio, y los óxidos de calcio y magnesio. (Solórzano, 2005.)

Según Solórzano (2005) las aguas superficiales suelen contener también residuos domésticos e industriales. Las aguas subterráneas poco profundas pueden contener grandes cantidades de compuestos como nitrógeno y cloruros, derivados de los desechos humanos y animales. Generalmente, las aguas de los pozos profundos sólo contienen minerales en disolución.

Por lo tanto, las impurezas que vuelven insegura al agua o de una u otra forma inservible para ser usada, son los siguientes, (Flo Palomino, 2014)

- a) Microorganismos: los cuales pueden causar enfermedades o impartir color, sabor y olor al agua.
- b) Minerales: que causan dureza y otros efectos.
- c) Gases disueltos: que pueden causar acidez o alcalinidad.

d) Material suspendido: que causa turbiedad y con esto imparte color, sabor y olor a la misma.

## **5.6 Sistemas de agua potable**

Elementos concatenados que permiten llevar el agua potable desde su fuente hasta las viviendas, se encuentran constituidos por los siguientes elementos:

### **5.6.1 Captación de agua**

Según Má Villatoro (2009) la etapa de captación consiste en agenciarse del vital líquido de fuentes naturales, las cuales pueden estar en la superficie, en forma de nacimientos o encontrarse bajo la superficie, en nacimientos subterráneos. La calidad del agua de estas fuentes varía considerablemente. Las aguas superficiales suelen ser más turbias y contener mayor cantidad de bacterias que las subterráneas, pero éstas tienen mayores concentraciones de productos químicos en disolución.

### **5.6.2 Tanque de captación**

De acuerdo al INFOM (1994) es una estructura grande, caja de cemento y hierro que capta el agua de la fuente o nacimiento y evita que el agua sea contaminada. En la parte superior contiene una pequeña compuerta que es utilizada para el ingreso al tanque, para realizar la limpieza del mismo y para observar obstrucciones y rebalses.

### **5.6.3 Conducción**

La siguiente etapa en los sistemas de abastecimiento de agua es la de conducción, que no es más que un conjunto de tuberías que sirven para transportar el agua desde la captación hasta la siguiente etapa, que puede ser la de tratamiento o de almacenamiento. Especial atención requiere esta etapa debido a dos circunstancias: primero, el tipo de tubería que se emplea y segundo, la composición topográfica del suelo por donde ésta fluye. En cuanto

a la tubería, hay que considerar el material a emplear, y el diámetro adecuado para el flujo. (Má Villatoro, 2009)

#### **5.6.4 Almacenamiento de agua**

De acuerdo a Má Villatoro (2006) en esta etapa pasa directamente después de la conducción. El agua que proviene de la conducción pasa a acumularse en grandes tanques. Para el diseño de esta etapa es importante considerar los tiempos de retención, las variaciones con los cambios de estación, el acceso y la forma de protección de los tanques. Uno de los objetivos principales de contener el agua en estanques es la de regular la presión para que ésta sea constante a lo largo del día. Normalmente es aquí donde ocurre la desinfección.

#### **5.6.5 Tratamiento de agua**

Según Má Villatoro (2006) las etapas siguientes de tratamiento constituye una fase esencial en cualquier sistema de distribución municipal o público de agua.

##### **5.6.5.1 Pre-tratamiento**

Generalmente consiste en retener todos los sólidos gruesos que puedan ocasionar obstrucciones o daños en las tuberías.

##### **5.6.5.2 Tratamiento primario**

La floculación y coagulación se llevan a cabo agregando al agua compuestos químicos llamados floculantes y coagulantes. Los floculantes son agentes que unen partículas pequeñas para formar flóculos de mayor tamaño. Estos flóculos sedimentan más rápido que las partículas aisladas debido a su gran tamaño. Los coagulantes funcionan eliminando la carga negativa de las partículas en suspensión. Esta carga es lo que permite que las partículas se mantengan suspendidas, ya que constantemente se repelen unas a otras por ser iguales. Al haber en suspensión partículas con carga negativa y otras con



carga positiva, éstas se atraen y se unen, formando coloides, que luego precipitan.

Tanque de mezclado y de un tanque de sedimentación. En el tanque de mezclado se agregan los agentes químicos y se agita durante al menos treinta minutos. En el tanque de sedimentación, también llamado clarificador, entre más tiempo permanezca el agua y más volumen contenga, mayor cantidad de flóculos sedimentan. El tiempo mínimo que debe permanecer el agua es de cuatro horas.

Después de la floculación, coagulación y sedimentación, el agua debe pasar por filtros. Normalmente se utilizan medios filtrantes granulares, entre los que están los lechos de arena o carbón triturado. El material retiene las partículas en suspensión que permanecen después de la etapa de tratamiento primario. Éstas quedan atrapadas entre los poros del lecho de arena o carbón. Después de varios usos, se debe limpiar el filtro para que pueda seguir atrapando partículas. La regeneración del filtro se realiza mediante un retrolavado por medio del cual se hace pasar agua en dirección contraria a la del flujo de filtrado.

### **5.6.5.3 Desinfección**

El proceso tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento, es necesaria como uno de los últimos pasos en la planta de tratamiento de agua potable, para prevenir que esta sea dañina para la salud. Muchas veces, tratándose de agua de manantiales naturales o de pozo, la desinfección es el único tratamiento que se le da para obtener agua potable. Aunque los productos más habituales para realizar la desinfección del agua son: cloro gaseoso, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico, también se pueden emplear cloraminas, dióxido de cloro, ozono y radiaciones ultravioleta. (Hernández, 2012)

Según Osorio (2007) el cloro continúa siendo a nivel mundial la sustancia química más económica, con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

#### a. Hipoclorito sódico

De acuerdo a Gonzales (2007) (NaClO) en solución es un desinfectante que se utiliza desde el siglo XVIII. Tienen una concentración determinada de cloro activo por litro. Se comercializa en disoluciones de concentraciones entre 3 y 15% en peso. El hipoclorito sódico es un oxidante muy potente e inestable, tanto, que una solución de 100 gramos de cloro activo por litro.

Según el Ministerio de Salud y Asistencia Social 2006, el procedimiento a seguir para el tratamiento y la desinfección de agua para consumo humano, (cloro líquido), se encuentra en la siguiente tabla:

Cuadro No. 3 Cantidad de cloro líquido a dosificar según su concentración

<b>Volumen de agua a desinfectar</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en tiempo normal 1%</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en tiempo normal 5%</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en tiempo normal 10%</b>
<b>1 litro</b>	2 gotas	½ gota	----
<b>2 litros</b>	4 gotas	1 gotas	½ gota
<b>1 galón</b>	8 gotas	1 ½ gotas	1 gota
<b>5 litros</b>	10 gotas	2 gotas	1 gota
<b>100 litros (25 galones)</b>	10 mililitros (1 ¼ tapitas)	40 gotas (2 mililitros)	20 gotas (1 mililitros)
<b>1000 litros (250 galones)</b>	100 mililitros (12 ½ tapitas)	20 mililitros (2 ½ tapitas)	10 mililitros (1 ¼ tapitas)

Fuente: Ministerio de Salud y Asistencia Social, 2006

## b. Hipoclorito de cálcico

El hipoclorito cálcico  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70% de cloro activo. Es muy corrosivo y que puede inflamarse al entrar en contacto con ciertos materiales ácidos. Sin embargo, presenta dos ventajas respecto al hipoclorito sódico: su mayor contenido en cloro y su mayor estabilidad. Para ser utilizado, se diluye con agua para obtener una solución de concentración más manejable, por ejemplo, 2%. (Gonzales, 2007)

El procedimiento a seguir para el tratamiento y la desinfección de agua para consumo humano, por medio de hipoclorito de calcio (cloro granulado), es el que se describe a continuación: (Ministerio de Salud y Asistencia Social, 2006)

Cuadro No. 4 Preparación de soluciones madre de hipoclorito de calcio

<b>Volumen de solución madre a preparar</b>	<b>Peso de cloro granulado requerido, si se usa la presentación al 65%</b>	<b>Peso de cloro granulado requerido, si se usa la presentación al 70%</b>
<b>1 litro</b>	15 ½ gramos	14 gramos
<b>2 litros</b>	31 gramos	28 ½ gramos
<b>1 galón</b>	58 gramos	54 gramos
<b>5 litros</b>	77 gramos	71 ½ gramos
<b>10 litros</b>	154 gramos	143 gramos
<b>20 litros (5 galones)</b>	308 gramos	286 gramos

Fuente: Ministerio de Salud y asistencia Social, 2006

Para calcular el peso del cloro debe utilizar la formula siguiente:

$$\text{Peso de cloro} = \frac{\text{Volumen de agua} * \text{Dosis de cloro}}{\text{Concentración de cloro granulado} * 10}$$

Los datos son los siguientes:

Volumen de agua: Litros

Dosis de cloro: mg/l

Concentración del cloro granulado 65 %

Constante: 10

### **5.6.6 Distribución**

De acuerdo a Má Villatoro (2009) la última etapa en el sistema es la de distribución. El agua ya potable pasa a través de la red de distribución, que generalmente está compuesta “de tuberías matrices y redes secundarias, que por lo general, son mallas o circuitos cerrados de diferentes diámetros y dotadas de los accesorios correspondientes, tales como: válvulas para cortar o regular el paso de agua por una tubería, y a través de ella es distribuida directamente a la población. El agua puede llegar a las casas o comercios si éstos cuentan con conexiones domiciliarias, o puede llegar a chorros comunales, a dónde debe acudir la población que carezca de conexión en su hogar.

### **5.7 Método volumétrico para medir caudales**

Según la FAO (1997) la forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se desvía hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts./seg. La variación entre diversas mediciones efectuadas sucesivamente dará una indicación de la precisión de los resultados.

Para realizar la medición es necesario contar con un depósito (cubeta) de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demoró en llenarse, dicha operación debe realizarse de 3 a 5 veces y se promedia, con el fin de asegurar una mayor exactitud en la medición (ver Figura 4).

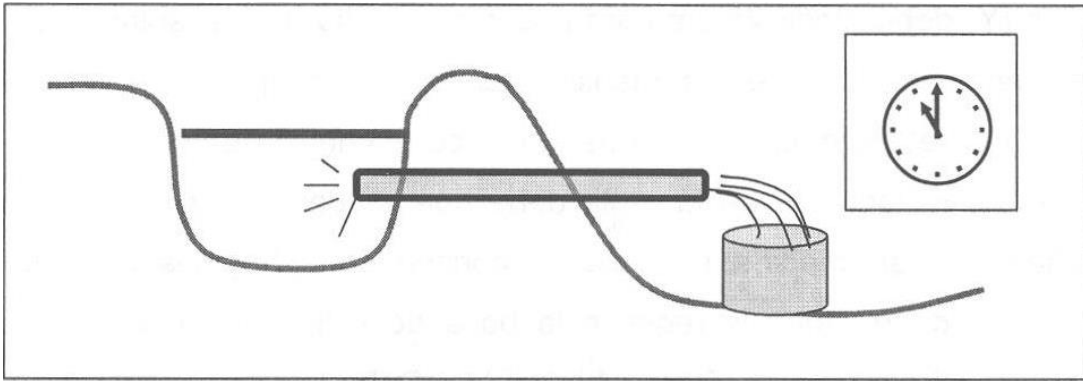


Figura 4. Medición de volumen

Fuente: FAO, (1997)

### 5.8 Población futura

Para una proyección de la población futura puede utilizarse varios métodos, uno de ellos el método geométrico y cotejarse los resultados con el objetivo de obtener un valor más apegado a la realidad. Deberá justificarse la tasa de crecimiento adoptada.

La información básica de la población deberá recabarse en instituciones especializadas como el Instituto Nacional de Estadística, registros municipales y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. El diseñador deberá preferir aquella información que sea la más específica de la comunidad.

Ecuación de crecimiento poblacional geométrico:

$$Pf = Po(1 + i)^n$$

Donde:

Pf: población futura.

Po: población inicial.

i: tasa de crecimiento poblacional %

n: número de años en el futuro.

### 5.9 Dotación

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para su consumo diario y se expresa en litros por habitante por día (lts./hab./día). (Herrera, 2005)

Según el Instituto de Fomento municipal (2011) la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:

Cuadro No. 5 Dotación mínima para diseño de agua potable

Tipo de zona	Clima	Dotación (lts./hab./día)	Tipo de conexión
Rural		40 – 60	Llena cántaro
	Frio	60 – 90	Pedrial
	Cálido	90 – 120	Pedrial
Urbano	Frio	120 – 150	Domiciliar
	Cálido	150 – 200	Domiciliar
Metropolitano		200 – 300	Domiciliar

Fuente: IMFOM 2011

La dotación necesaria en el suministro de agua potable para la población será de 150 litros por habitante al día, tomando en consideración que se refiere a una zona urbana con clima cálido, y con un tipo de distribución domiciliar (Herrera, 2005).

#### 5.9.1 Caudal medio diario (Qm)

Según Ovalle (2011) es el resultado de multiplicar la dotación por la población futura dividido por el número de segundos que contiene un día (86400 segundos). Observar la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{(Dot * Pf)}{86,400}$$

Dónde:

Qm: caudal medio diario en l/s.

Dot: dotación en l/hab/día.

Pf: número de habitantes.

### **5.9.2 Caudal máximo diario (QMD)**

Deberá determinarse primero si existe un registro de este parámetro para la población específica. De lo contrario deberá considerarse como el producto del caudal medio diario por un factor que va de 1.2 a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y de 1.2 para mayores de 1000 habitantes. Se deberá justificar el factor que haya seleccionado. El consumo de agua no es igual en un día de verano como en un día de invierno. El factor máximo diario – FMD- aumenta el caudal medio diario en un 20 a 50% considerando el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio, observar la siguiente ecuación: (Ovalle, 2011).

$$\mathbf{QMD = Qm * FMD}$$

Dónde:

QMD: Caudal máximo diario en l/s.

Qm: Caudal medio diario en l/s.

FMD: factor máximo diario.

### **5.9.3 Caudal máximo horario (QMH)**

De acuerdo a Ovalle (2011) deberá obtenerse el caudal máximo horario mediante la multiplicación del caudal medio diario por un factor que va de 2.0 a 3.0 para poblaciones menores de 1000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes. La selección del factor es inversa al número de habitantes a servir. Se deberá justificar el factor que haya seleccionado. El consumo de agua varía considerablemente dependiendo de la hora del día; por ejemplo la demanda de caudal será mínima a las 12 de la

noche pero será un máximo a las 6 de la mañana. El factor máximo horario considera estas variaciones que pueden suscitarse en el consumo de agua; observar la siguiente ecuación:

$$QMH = Qm * FMH$$

Dónde:

QMH: caudal máximo horario en l/s.

Qm: caudal medio diario en l/s.

FMH: factor máximo horario.

#### **5.9.4 Caudal de uso simultáneo (redes de distribución)**

Según Ovalle, (2011) para el diseño de los ramales de distribución deberá hacerse una comparación entre los cálculos del caudal obtenidos con el FMH y el criterio de uso simultáneo. Deberá utilizarse el resultado que sea mayor de ambos; observar la siguiente ecuación:

$$q = k\sqrt{n - 1}$$

Dónde:

q: caudal de uso simultáneo no menor de 0.20 l/s.

k: coeficiente; 0.20 predial; 0.15 llenacántaros.

n: número de conexiones o llenacántaros futuros

#### **5.10 Aspectos legales en Guatemala con relación al agua potable.**

Es importante partir desde lo que indica la ley. Para ello, se ha considerado que la definición más importante es la que establece la norma COGUANOR NGO 29 001, la cual indica que agua potable es aquella que por sus



características de calidad especificadas en esta norma, es adecuada para el consumo humano.(Má Villatoro, 2009)

La temática relativa a la propiedad de las aguas y su aplicación se vuelve complicada. Derivado de ello es que hasta la fecha, no se haya podido emitir una normativa ordinaria que regule el aprovechamiento de las mismas. Sin embargo, los Artículos Constitucionales citados son contundentes indicando que la propiedad de las aguas corresponde al Estado. (SEGEPLAN, 2006)

### **5.10.1 Constitución Política de la República**

Relacionado con el acceso al agua potable, se encuentra dentro de la Constitución Política de la República en el Artículo 93, el Derecho a la Salud: “El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna.” La salud está relacionada de muchas formas con el manejo del recurso hídrico. El agua puede ser un medio de propagación de enfermedades si no es tratada de forma adecuada, tanto el agua para consumo humano o industrial, como las aguas residuales.

Continuando con la tónica de la normativa constitucional, establece en su Artículo 94 la obligación del Estado sobre salud y asistencia social que literalmente dice: “El Estado velará por la salud y asistencia social de todos los habitantes, desarrollará, a través de sus instituciones, acciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, coordinación y las complementarias pertinentes a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social.” Como se indicó anteriormente, la salud se relaciona con el acceso al agua potable con las características apropiadas. El agua se utiliza para consumo, para cocinar alimentos, para higiene personal, para riego, incluso para prácticas culturales. Por esto el agua potable constituye parte fundamental del bienestar integral de la persona.

Otro artículo de la Constitución Política de la República de Guatemala que tiene relación con el tema del agua potable es el Artículo 96. Establece que el Estado debe velar por “el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.” El saneamiento ambiental básico se relaciona directamente con el agua potable ya que ésta constituye uno de los tres temas específicos que trata, el término saneamiento ambiental básico se refiere al “conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental.

En cuanto a la propiedad de las fuentes de agua, la norma de máxima jerarquía dentro del ordenamiento jurídico establece en su Artículo 121 que todas las fuentes de agua son propiedad del Estado. “Bienes del Estado. a) Las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, ríos navegables y sus riberas, los ríos vertientes y arroyos que sirven de límite internacional de la República, las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento hidroeléctrico, las aguas subterráneas y otras que sean susceptibles de regulación por la ley y las aguas no aprovechadas por particulares en la extensión y término que fije la ley.”

En el mismo sentido, el Artículo 127 de la norma citada indica lo siguiente: “Régimen de aguas. Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”. En este artículo se indica nuevamente que todas las aguas son del dominio público. La norma constitucional no hace diferenciación entre las aguas provenientes de fuentes superficiales o de fuentes subterráneas, absolutamente todas, son del Estado, y no pueden ser vendidas o cedidas por nadie a nadie. Solamente se pueden aprovechar, siempre y cuando su aprovechamiento se haga conforme a las limitaciones que

establece la ley. Otro aspecto relevante contenido en este Artículo es que debe prevalecer el interés social cuando se aproveche este vital recurso.

Además, la Constitución Política de la República establece en su Artículo 142, que “El Estado ejerce plena soberanía, sobre: a) el territorio nacional integrado por su suelo, subsuelo, aguas interiores...” En este contexto, la soberanía se refiere a la “Autoridad suprema del poder público”

Además, la Constitución Política de la República determina en el Artículo 97 que el uso y aprovechamiento del agua debe hacerse de forma racional, y esto es una obligación del Estado: “adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales de forma eficiente...”, según el Artículo 119 c) de esta norma jurídica.

La Constitución Política de la República de Guatemala no contempla específicamente el derecho al agua o al acceso al agua potable, en noviembre de 2002, el Comité de las Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales afirmó que el acceso a cantidades suficientes de agua potable para usos personal y doméstico es un derecho humano fundamental de todas las personas.

A nivel internacional, este derecho queda plasmado en la observación general de aplicación número 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, que como se indicó anteriormente, el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina, y las necesidades de higiene personal y doméstica”.

### **5.10.2 Código Municipal, DECRETO 12-2002**

El Código Municipal (2002) en el artículo 68 establece que las competencias de la municipalidad deben cumplir inciso a) “Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato”

También el artículo 142 del Código Municipal (2002), indica que la municipalidad está obligada a realizar la formulación y ejecución de planes para contribuir con el desarrollo, el agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución es uno de los servicios que está priorizado en este artículo.

### **5.10.3 Código de Salud, DECRETO 90-97**

El Código de Salud decreto No. 90-97 en su “Sección II Agua potable” establece el trabajo que le compete cumplir a las municipalidades con apoyo del Ministerio de Salud Pública. Dentro de los cuales se contemplan los siguientes artículos:

#### **a. ARTICULO 78. Acceso y cobertura universal.**

El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector, impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable, con énfasis en la gestión de las propias comunidades, para garantizar el manejo sostenible del recurso.”

#### **b. ARTICULO 79. Obligatoriedad de las municipalidades.**

Es obligación de las municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial, conforme lo

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

**c. ARTICULO 80. Protección de las fuentes de agua.**

El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con las instituciones del sector, velará por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua potable. Las municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable, a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.”

**d. ARTICULO 82. Fomento de la construcción de servicios.**

El Ministerio de Salud en coordinación con las municipalidades y la comunidad organizada, en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 de la presente ley, fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.”

**e. ARTICULO 87. Purificación del agua.**

Las municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, con base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud. El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición, conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.”

Los artículos antes mencionados establecen la responsabilidad que tienen las municipalidades de brindar el servicio completo de agua potable, desde la

estructura del sistema, distribución, acceso del servicio para toda la población, calidad, para asegurar el bienestar del consumidor.

#### **5.10.4 Política nacional del agua**

Esta política fue creada por el gobierno de Guatemala en mayo del 2011 con el objeto de “Asegurar la contribución del agua al cumplimiento de metas y objetivos de desarrollo económico, social y ambiental del país, mediante la institucionalización del sistema nacional de gestión y gobernanza del agua que satisfaga el mayor número de demanda. Las líneas estratégicas y acciones principales para abordar la Política Nacional del Agua se detallan a continuación (SEGEPLAN, 2006).

##### **a. Agua potable y saneamiento para el desarrollo humano**

Contribuir al mejoramiento de las condiciones de calidad de vida, bienestar individual y social como parte del desarrollo humano de los habitantes de Guatemala, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios públicos de agua potable y saneamiento y de las prácticas de manejo del agua para el consumo humano. Está a cargo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS, como rector del sector público de agua potable y saneamiento y responsable de garantizar el ejercicio de la garantía constitucional a la salud y a los alimentos, lo cual incluye el acceso a dichos servicios públicos. Las acciones principales han surgido como parte del qué hacer institucional y del Plan Nacional de Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento para el Desarrollo Humano (SEGEPLAN, 2008).

##### **b. Conservación, protección y mejoramiento de fuentes de agua, bosques, suelos y riberas de ríos en cuencas**

Contribuir a la adaptación nacional al cambio climático mediante la conservación, protección y mejoramiento de las fuentes de agua y de los bosques, suelos y riberas de ríos que regulan el ciclo hidrológico en cuencas. Está a cargo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y se

refiere al bien natural hídrico y a las acciones necesarias para proteger y recuperar calidad, cantidad y comportamiento, en cumplimiento de los mandatos legales definidos por la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Entender y atender el agua como el elemento central del ciclo hidrológico es un tema amplio y complejo, que cuenta, como ningún otro tema de la gestión y gobernanza del agua, con régimen legal ambiental, forestal y de áreas protegidas como lo son la ley ambiental ya mencionada y la Ley Forestal y la Ley de Áreas Protegidas. Adicionalmente, el bien natural agua también cuenta con programas sectoriales ambientales en pro de su control y recuperación, como lo es el caso de Política para el Manejo Integral de la Zona Marino Costera de Guatemala (2009) aprobada por el GEA, que atiende una categoría jurídica específica de este recurso. (Colom, 2010).

### **c. Planificación hidrológica, obras hidráulicas de regulación y gobernabilidad del agua**

Aborda directamente dos objetivos específicos de la Política Nacional del Agua: Contribuir con los objetivos de desarrollo económico y social y con la adaptación nacional al cambio climático, mediante la gobernabilidad y gestión eficaz del agua, la planificación hidrológica y el sistema nacional de obras hidráulicas que regulen el ciclo hidrológico para satisfacer el mayor número de demandas, prever requerimientos futuros y gestionar los riesgos hídricos y adoptar gradualmente un sistema nacional de gestión del agua que promueva la modernización del régimen legal e institucional para asegurar la implementación de acciones de planificación, programación y presupuesto vinculadas a las políticas sociales, económicas, ambientales y de relaciones exteriores del país. Las acciones de esta línea estratégica han estado históricamente ausentes de la gestión gubernamental, por lo cual su conducción ha sido asumida por el GEA y su principal dificultad radica precisamente en el citado vacío legal e institucional y ausencia de espacio

presupuestario para gestionar fondos por parte del Presupuesto General de la Nación. (GEA, 2010).

Vincular los recursos hídricos al logro de metas y objetivos nacionales y para ofrecer seguridad jurídica y certeza hídrica al ejercicio de derechos de aprovechamiento y obligaciones de conservación, sólo es posible mediante condiciones favorables de gobernabilidad del agua y con herramientas de planificación hidrológica sólidas, basados en sistemas institucionales y legales diseñados, desarrollados y permanentemente aplicados y actualizados. Tal es el caso de las experiencias en donde el agua tiene un rol principal en el desarrollo nacional. (Colom, 2010).

Se trabaja conjuntamente la gobernabilidad con la planificación del agua, pues la gestión hídrica sucede en el terreno en donde la presencia institucional en la materia ha sido y es débil o inexistente. Los conflictos presentes directamente asociados con la administración del bien natural demandan acuerdos sociales (gobernabilidad) y certeza hídrica (planificación hidrológica) para abordarse y superarse, hasta lograr organizar sistemas sólidos de aprovechamiento y conservación en microcuencas, cuencas y sistemas de recursos hídricos o unidades político administrativas mayores es lo que la evidencia empírica señala como una constante. Se busca contextualizar la planificación en base a la demanda y oferta hídrica dentro del sistema político y social; de esta manera será posible responder a los retos vinculados con la satisfacción de las demandas hídricas actuales y futuras, enfrentar escenarios de sequías e inundaciones, potenciar el uso del recurso para el desarrollo productivo nacional, la seguridad alimentaria, la generación de hidroelectricidad en la medida en que cada conglomerado o la sociedad está dispuesto a hacerlo. (Colom, 2010).



#### **d. Política pública y régimen legal e institucional de cursos de aguas internacionales**

Aborda directamente el objetivo específico de la Política Nacional del Agua siguiente: Contribuir al logro de los valores de justicia, seguridad y bien común del país, mediante la implementación de los lineamientos y principios de negociación que establezcan esquemas de compensación para proteger los cursos de agua internacionales a través de tratados bilaterales y que primero Guatemala debe satisfacer las necesidades de su población, economía y ambiente. (SEGEPLAN, 2006).

La política de estado en materia de cursos de agua internacionales se diferencia claramente de la política nacional del agua debido a la identidad jurídica distinta de las aguas internacionales y de las aguas territoriales, y considera el valor geopolítico del agua dada la posición geográfica del país y su potencial hídrico. (Colom, 2010).

#### **5.11 Norma COGUANOR 29 001**

La Comisión Guatemalteca de Normas creó la norma COGUANOR 29001 para el agua potable, en donde se encuentran establecidos los límites máximos permisibles (LMP) y límites máximos aceptables (LMA) de las características físicas, químicas y microbiológicas para certificar que el agua es apta para consumo humano, como objetivo tiene fijar los valores de las características que definen la calidad del agua.

##### **5.11.1 Estructura COGUANOR**

El artículo 5 se refiere a que la Comisión Guatemalteca de Normas está integrada por una secretaría ejecutiva y una unidad técnica que actúa como apoyo de los Comités Técnicos de Normalización (CTN), que se formen de manera temporal o permanente. El Decreto No. 78-2005 menciona que el Consejo Nacional de Normalización se integra con un representante titular y un suplente de las entidades siguientes:

- Cámara de Industria de Guatemala.
- Cámara de Comercio de Guatemala.
- Cámara Guatemalteca de la Construcción.
- Cámara del Agro.
- Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales.
- Foro de Rectores de las Universidades de Guatemala.
- Asamblea de Presidentes de los Colegios Profesionales.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. El Secretario Ejecutivo de la Comisión Guatemalteca de Normalización actuará como Secretario del Consejo.

#### **5.11.2 Funciones de COGUANOR (Decreto No. 78-2005)**

El artículo 6 del Decreto No. 78-2005 menciona las funciones de COGUANOR; se detallan las más importantes a continuación:

- Elaborar, adoptar y promover la utilización de normas técnicas en el territorio nacional.
- Elaborar y promover la aplicación del programa anual de normalización, acorde a los requerimientos del sector productivo nacional.
- Fomentar la transparencia, armonización y eficacia en la elaboración de las normas.
- Revisar las normas en uso e introducir las modificaciones necesarias a medida que la experiencia, el progreso científico y tecnológico y el mercado nacional e internacional lo exijan.
- Asegurar que en el proceso de elaboración de los reglamentos técnicos se utilicen las normas técnicas nacionales, regionales o internacionales.

## 5.12 Características del agua según norma COGUANOR 29 001

### 5.12.1 Características físicas

Cuando ciertos tipos de materiales entran en contacto con el agua, pueden llegar a alterar sus características y generar un cambio físico en el agua. La norma COGUANOR 29001 determinó las características físicas que deben ser evaluadas para que el agua sea apta para el consumo humano, estas se encuentran en el cuadro. No. 6 (Norma COGUANOR 29001)

Cuadro No.6 Características físicas del agua para consumo humano.

<b>Características</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>
<b>Color</b>	5,0 u	35,0 u <sup>(a)</sup>
<b>Olor</b>	No rechazable	No rechazable
<b>Turbiedad</b>	5,0 UNT	15,0 UNT <sup>(b)</sup>
<b>Conductividad eléctrica</b>	750 $\mu$ S/cm	1500 $\mu$ S/cm <sup>(d)</sup>
<b>Potencial de hidrógeno</b>	7,0-7,5	6,5-8,5 <sup>(c) (d)</sup>
<b>Sólidos totales disueltos</b>	500,0 mg/l	1000,0 mg/l
<b>(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto</b> <b>(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).</b> <b>(c) En unidades de pH</b> <b>(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C</b>		

Fuente: Norma COGUANOR 29 001.

### 5.12.2 Características químicas

Es la presencia de sales minerales en el agua, principalmente es por dos causas, de manera natural al tener contacto con las rocas o por actividades generadas por el hombre. (Norma COGUANOR 29001)

Cuadro No. 7 Características químicas del agua para consumo humano

Características	LMA (mg/l)	LMP (mg/l)
Cloro residual libre <sup>(a)</sup>	0.5	1.0
Cloruro (Cl <sup>-1</sup> )	100.0	250.0
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	100.0	500.0
Sulfato (SO <sup>-2</sup> )	100.0	250.0
Calcio (Ca)	75.0	150.0
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	-----	1
Nitratos(NO <sub>3</sub> )	-----	10
Magnesio (Mg)	50.0	100.0
Manganeso total (Mn)	0.1	0.4
Hierro total (Fe) <sup>(b)</sup>	0.3	-----

a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.

b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA

Fuente: Norma COGUANOR 29 001

### 5.12.3 Características microbiológicas

Según lo establecido en la norma, el agua no debe tener presencia de coliformes fecales o *Escherichia coli*, para ser considerada apta para el consumo humano y asegurar la salud del consumidor. (Norma COGUANOR 29001).

Cuadro No. 8 Valores guía para calidad microbiológica del agua.

<b>Microorganismos</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
<b>Agua para consumo directo</b> <b>Coliformes totales y</b> <b><i>Escherichia coli.</i></b>	No debe ser detectada en 100ml de agua
<b>Agua tratada que entra al sistema de distribución</b> <b>Coliformes totales y</b> <b><i>Escherichia coli.</i></b>	No debe ser detectada en 100ml de agua
<b>Agua tratada en el sistema de distribución</b> <b>Coliformes totales y</b> <b><i>Escherichia coli.</i></b>	No debe ser detectada en 100ml de agua

Fuente: Norma COGUANOR 29 001

### **5.13 Parámetros de calidad en el agua a analizar**

#### **5.13.1 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. (Organización Mundial de la Salud, 2006).

#### **5.13.2 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. (Ramírez, 2003).

### **5.13.3 Conductividad eléctrica**

Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones. La conductividad y la dureza son dos parámetros cuyos valores están relacionados y reflejan el grado de mineralización (sales disueltas) de las aguas. (Mejía, 2005).

### **5.13.4 pH**

La evaluación del pH se emplea para caracterizar un agua, dar seguimiento a un proceso (neutralización, biológico, anaerobio, corrosión), o bien, para controlar las condiciones de operación (precipitación, floculación, sistemas biológico anaerobios, desinfección) ya que la velocidad de las reacciones depende de él. 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, CO<sub>2</sub>, 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. (Ramírez, 2003).

### **5.13.5 Sólidos totales disueltos**

Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y cantidades menores de materia orgánica; todo ello disuelto en el agua. Los sólidos totales disueltos o STD pueden proceder de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Concentraciones superiores a 1200 mg/l pueden resultar desagradables para los consumidores. El agua con concentraciones muy bajas de STD también puede ser inaceptable debido a su falta de sabor. (Mejía, 2005).

#### **5.13.6 Calcio:**

Junto con el magnesio son los principales causantes de la dureza. Representa más un problema económico por las incrustaciones en cañerías, que un problema de salud. (Organización Mundial de la Salud, 2006).

#### **5.13.7 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. (Lenntech, 2011).

#### **5.13.8 Cloro residual**

El cloro se agrega al agua de los abastecimientos para asegurar su pureza bacteriológica o para mejorar sus características físicas, químicas y organolépticas (sabor y olor); se hace necesario tener un control adecuado de la cantidad de cloro que se requiere para producir un determinado residual de cloro en fuentes de agua de calidad potable que comparativamente contienen poca polución. En la mayoría de los casos se afirma la seguridad bacteriológica de un agua cuando se tiene un ligero exceso de cloro. (De León, 2008).

#### **5.13.9 Manganeso**

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 manganeso 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. (Organización Mundial de la Salud, 2006).

#### **5.13.10 Cloruro**

Estos aniones que se encuentran presentes en el agua en diversas concentraciones, normalmente se incrementan con el contenido mineral de los suelos. Los abastecimientos de agua subterránea regularmente presentan mayor concentración de cloruros debido a que el agua disuelve los cloruros presentes en las montañas y cimas elevadas. La determinación de este parámetro es importante cuando se tiene un conocimiento en el agua de un abastecimiento, ya que cuando el agua aparece contaminada estos tienden a estar en exceso. Este puede ser un indicio de contaminación por excretas humanas o particularmente por la orina, que contiene cloruros en proporción aproximada a la consumida en la alimentación. (Ramírez, 2003).

#### **5.13.11 Magnesio:**

Es uno de los minerales que junto con el calcio produce la dureza del agua. En cantidades importantes puede producir efectos laxantes. (Morales, 2004).

#### **5.13.12 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. (Pérez, 2010).

#### **5.13.13 Hierro**

Es un elemento esencial en la nutrición humana, las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro. Además, el hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está naturalmente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0.5 a 50 mg/L. En concentraciones mayores



que 0.3 mg/l causa manchas en la ropa o utensilios de porcelana, produce sabores metálicos y en general le da un aspecto desagradable e inapropiado para ciertos usos. La remoción puede ser hecha por medio de intercambio iónico (ablandador) o por oxidación/filtración. (Lenntech, 2011).

#### **5.13.14 Dureza**

Las aguas duras son aquellas que provienen de fuentes de carbonatos de calcio y de magnesio. 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. (Pérez, 2010).

#### **5.13.15 Microbiología**

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. (Tórtora, 2007).

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se exponen las actividades realizadas de acuerdo a los objetivos de la investigación.

### 6.1 Diagnosticar los sistemas de captación, conducción y distribución del agua para consumo humano.

Para realizar el diagnóstico de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, se llevó a cabo la siguiente metodología.

#### 6.1.1 Materiales

Cuadro No. 9 Materiales para medición de caudal

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
1	Libreta de campo	Q.10.00
1	Lapicero	Q.1.50
1	Recipiente de 18.9 litros	Q.50.00
1	Cronómetro	Q.150.00
1	Cámara fotográfica	Q.1,100.00
1	Cinta métrica	Q.150.00
1	GPS	Q.2,500.00
1	Laptop	Q.5,000.00
<b>Total</b> →		<b>Q.8,961.5</b>

Nota: Según cotización realizada en el municipio de Oratorio, Santa Rosa.

## **6.1.2 Métodos**

### **6.1.2.1 Identificación de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano.**

A continuación se detallan las actividades realizadas en la inspección de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua el Pacayal, el Sunzo y Don Chayo.

#### **a. Identificación de las cajas captadoras, tuberías, tanques de almacenamiento y distribución en los sistemas de agua.**

- Se recorrió el sistema el Pacayal, ubicado en la parte alta del cerro Caballo Blanco, desde la fuente de agua, hasta el tanque de almacenamiento y distribución Conacaste, haciendo el levantamiento topográfico y georreferenciando las distintas cajas captadoras para su ubicación.
- Se recorrió el sistema el Sunzo, ubicado en la parte media alta del cerro Caballo Blanco, desde el tanque de almacenamiento y distribución Eucalipto hasta la fuente de agua, haciendo el levantamiento topográfico y georreferenciando las distintas cajas captadoras para su ubicación.
- Se recorrió el sistema Don Chayo, ubicado en la parte media del cerro Caballo Blanco, desde la fuente de agua, hasta el tanque de almacenamiento y distribución el Pital, haciendo el levantamiento topográfico y georreferenciando las distintas cajas captadoras para su ubicación.
- La información recolectada anteriormente fue procesada por un programa SIG, ArcGis, donde fue creado el mapa de identificación de las fuentes de agua.

**b. Realización de planos, y del diagrama de flujo de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua.**

Como parte de diagnóstico del sistema de captación, conducción y distribución; fue necesaria la elaboración de los planos, y diagrama de los sistemas existentes de agua en la aldea San José las Cabezas. A continuación se describen las actividades realizadas:

- Se recopiló la información obtenida en la actividad 6.1.2.1 identificación de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano.
- Se trasladó la información recolectada al epesista de la Facultad de Arquitectura, Alfredo Monroy, quien utilizó un programa de diseño, AUTOCAD en donde diseñó los planos y el diagrama actuales de los sistemas de agua.

**c. Verificación de las condiciones físicas de los sistemas de agua para consumo humano.**

A continuación se detalla las actividades que se realizaron para verificar las condiciones físicas en que se encuentran los sistemas de agua para consumo humano.

- Con base al criterio técnico del epesista de Arquitectura fueron identificados y establecidos los aspectos principales que se tomarían en cuenta en la elaboración de lista de cotejo para la evaluación de los tanques.
- Ya elaborada la boleta de lista de cotejo con los nueve aspectos definidos, se procedió a contactar al presidente del comité del agua y del COCODE para que apoyara en el recorrido a los sistemas de agua. (Ver lista de cotejo en Anexos I, pag.84).

**d. Medición de caudales por el método volumétrico de los sistemas de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas.**

A continuación se detallan las actividades realizadas en la medición de volumen y caudal en la entrada a los tanques de almacenamiento y distribución, cajas captadoras, y tuberías de los sistemas de agua para consumo humano.

- Volumen

Se realizó el levantamiento topográfico de las cajas con una cinta métrica obteniendo el ancho, largo, y la altura de la misma.

De igual manera se midieron los tanques de almacenamiento y distribución.

Se midió el diámetro de las tuberías, colocando la cinta métrica a lo ancho de los tubos.

- Método Volumétrico

Determinación de los puntos de medición.

Se determinó un punto de medición de caudal en cada sistema; siendo:

- La entrada de agua al tanque Conacaste.
- La entrada de agua al tanque Eucalipto.
- La entrada de agua al tanque Pital.

**Caudal uno**, entrada de agua al tanque de almacenamiento y distribución el Conacaste. Este caudal se tomó de la conducción del sistema de captación el Pacayal que desfoga al tanque el Conacaste.

- Se colocó el recipiente de volumen conocido, bajo el efluente de la tubería.
- Utilizando un cronómetro se tomó el tiempo en que tardó en llenar el recipiente. Esto se repitió tres veces en cada toma de caudal, para obtener un tiempo promedio.

**Caudal dos**, entrada de agua al tanque de almacenamiento y distribución el Eucalipto. Este caudal se tomó de la conducción del sistema de captación el Sunzo que desfoga al tanque el Eucalipto.

- Se colocó el recipiente de volumen conocido, bajo el efluente de la tubería.
- Utilizando un cronómetro se tomó el tiempo en que tardó en llenar el recipiente. Esto se repitió tres veces en cada toma de caudal, para obtener un tiempo promedio.

**Caudal tres**, entrada de agua al tanque de almacenamiento y distribución el Pital. Este caudal se tomó de la conducción del sistema de captación Don Chayo que desfoga al tanque el Pital.

- Se colocó el recipiente de volumen conocido, bajo el efluente de la tubería.
- Utilizando un cronómetro se tomó el tiempo que tardó en llenarse el recipiente. Esto se repitió tres veces en cada toma de caudal, para obtener un tiempo promedio.

- Determinación de caudales.

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q= Caudal

V= volumen (Litros)

t= tiempo (segundos)

## 6.2 Determinar la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de captación, conducción y distribución, de acuerdo a la norma COGUANOR 29001.

Para realizar la determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo humano de los tres tanques de captación, conducción y distribución, se llevó a cabo la siguiente metodología.

### 6.2.1 Materiales

Cuadro No.10 Materiales utilizados para toma de muestra.

Cantidad	Descripción	Costo (Q)
3	Frascos de vidrio estériles de 250ml	Estos costos abarcan el precio de los análisis.
3	Frascos de plástico 1000ml	
3	Análisis fisicoquímico y microbiológico	Q 1,680.00
1	Bolsa de hielo	Q 18.00
1	Trasporte de análisis al laboratorio	Q150.00
3	Pares de guantes	Q 15.00
1	Hielera	Q 70.00
1	Linterna	Q 30.00
Total →		<b>Q 1,963.00</b>

Nota: con base a cotización realizados durante la investigación.

### 6.2.2 Métodos

Se realizó un muestreo simple por cada tanque de captación, conducción y distribución. La metodología utilizada en dicha actividad fue la siguiente:

#### a. Determinación de los puntos de muestreo

Se determinaron los puntos de toma de muestra de cada tanque de captación, conducción y distribución; siendo:

- La entrada de agua al tanque EL CONACASTE.
- La entrada de agua al tanque EL EUCALIPTO.

- La entrada de agua al tanque EL PITAL.

**b. Toma de muestra**

Cuadro No.11 Toma de muestras simples para análisis fisicoquímicos

<b>Hora de toma de muestra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Lugar</b>
<b>8:00 am</b>	1000ml	Tanque de almacenamiento y distribución el PITAL
<b>8:15 am</b>	1000ml	Tanque de almacenamiento y distribución el CONACASTE
<b>8:30 am</b>	1000ml	Tanque de almacenamiento y distribución el EUCALIPTO

Nota: según artículo 5 Norma Sanitaria inciso a. Acuerdo Gubernativo 113-2009

Cuadro No. 12 Toma de muestras simples para análisis microbiológico

<b>Hora de toma de muestra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Lugar</b>
<b>8:00 am</b>	250ml	Tanque de almacenamiento y distribución el PITAL
<b>8:15 am</b>	250ml	Tanque de almacenamiento y distribución el CONACASTE
<b>8:30 am</b>	250ml	Tanque de almacenamiento y distribución el EUCALIPTO

Nota: según artículo 5 Norma Sanitaria inciso a. Acuerdo Gubernativo 113-2009

**c. Pasos a seguir durante la toma de muestra, los cuales fueron los siguientes:**

- **Muestreo fisicoquímico**



- En cada toma de muestra simple se obtuvo el volumen de agua que se detalla en el cuadro 4, que fue almacenada en los frascos proporcionados por el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ingeniería del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- En los puntos muestreados se enjuagó tres veces el recipiente con el agua a analizar, en la cuarta toma se obtuvo la misma sellándola.
- Toda la información recabada (hora de la toma de la muestra, nombre de la muestra) se anotó en una hoja de datos in situ e identificaron adecuadamente las muestras.
- Se colocan dentro de bolsas para evitar contacto con las demás muestras y evitar contaminarlas si ocurriera algún accidente.
- Las muestras fueron empacadas y trasladadas hacia la ciudad capital en un periodo de 3 horas, las cuales se colocaron en una hielera a una temperatura menor a 5°C para evitar la proliferación de microorganismos de acuerdo a instrucciones obtenidas por el laboratorio al que se enviaron las muestras.

- **Muestreo microbiológico**

- En cada toma de muestra simple se obtuvo el volumen de agua que se detalla en el cuadro 5, que fue almacenada en los frascos proporcionados por el laboratorio de microbiología.
- En los puntos muestreados se obtuvo la muestra, con el cuidado de no contaminar la parte interna del recipiente.
- Toda la información recabada (hora de la toma de la muestra, temperatura, pH, cloro residual) se anotaron en una hoja de datos in situ e identificaron adecuadamente las muestras.

- Se colocan dentro de bolsas para evitar contacto con las demás muestras y evitar contaminarlas si ocurriera algún accidente.
- Las muestras fueron empacadas y trasladadas hacia la ciudad capital en un periodo de 3 horas, las cuales se colocaron en una hielera a una temperatura menor a 5°C para evitar la proliferación de microorganismos de acuerdo a instrucciones obtenidas por el laboratorio al que se enviaron las muestras.

**d. Parámetros Analizados**

- El análisis fisicoquímico del agua potable comprende los siguientes parámetros, según la Norma COGUANOR:

- Color
- Olor
- Turbiedad
- Conductividad eléctrica
- Potencial de hidrógeno.
- Sólidos totales disueltos
- Cloruro ( $\text{Cl}^{-1}$ )
- Dureza total ( $\text{CaCO}_3$ )
- Sulfato ( $\text{SO}^{-2}$ )
- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)
- Manganeseo (Mn)
- Hierro total (Fe)
- Nitritos ( $\text{NO}_2$ )
- Nitratos ( $\text{NO}_3$ )

- El análisis bacteriológico del agua potable comprende los siguientes parámetros, según la Norma COGUANOR:
  - Coliformes totales
  - Coliformes fecales

#### **e. Análisis de los resultados**

Para realizar el análisis de los resultados se elaborará una lista de cotejo para comparar los resultados de laboratorio con los datos indicados por la norma COGUANOR 29001.

Se realizó el listado de cotejo según lo establecido por la Comisión Guatemalteca de Normas.

- El listado de cotejo se elaboró con los parámetros establecidos por la norma, que se encuentran en el 6.2.2 inciso d, los cuales fueron utilizados para elaborar dicha boleta.
- Con los resultados de laboratorio fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos, se realizó la comparación para cuantificar que parámetros cumplen con lo establecido por la norma COGUANOR.

### **6.3 Elaborar la propuesta de mejora de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua con base a los resultados obtenidos.**

Con base a los resultados de las actividades anteriores se genera una propuesta de mejora que responda a las debilidades encontradas en los sistemas de agua.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la información obtenida anteriormente de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas se obtuvo lo siguiente.

### 7.1 Diagnosticar los sistemas de captación, conducción y distribución del agua para consumo humano.

#### a. Identificación de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua.

En la identificación de los sistemas de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, se encontró que está conformado por tres sistemas siendo:

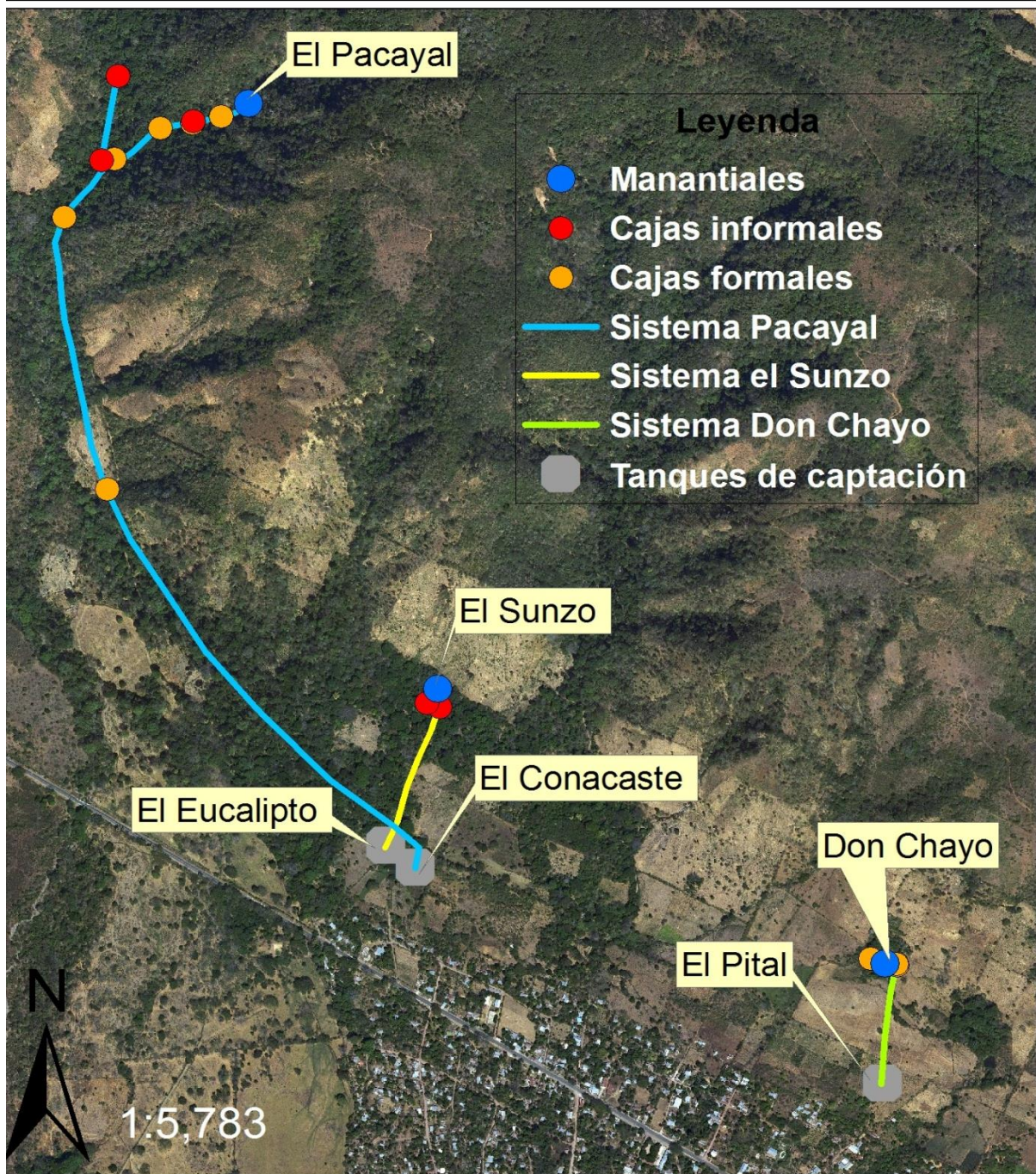
Cuadro No. 13 Identificación de los Sistemas de agua

<b>Sistema</b>	<b>Cajas formales (captación con estructura y tapadera)</b>	<b>Cajas informales (captación a cielo abierto)</b>	<b>Tanque de almacenamiento y distribución</b>
<b>Pacayal</b>	5	3	1
<b>Sunzo</b>	1	2	1
<b>Don Chayo</b>	3	0	1
<b>Total</b>	9	5	3

Como se expone en el cuadro anterior, la aldea San José las Cabezas cuenta con tres sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano. Dichos sistemas están compuestos por diversas cajas formales, las cuales son utilizadas para el rompimiento de presión, y captación, así también cuenta con cajas informales, las cuales son utilizadas para aportar más agua al sistema principal. (Ver la figura No.5)



## Mapa de identificación de los sistemas de agua



Sistema de Coordenadas Proyectadas GTM  
Datum: WGS 84  
Fecha: Agosto 2016



Figura No. 5 Mapa de Identificación de los sistemas de agua

Nota: Con base a ortofotos brindadas por el INAB

**b. Realización de planos, y del diagrama de flujo de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua.**

Los planos del sistema existente de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, tiene como objetivo detallar como los sistemas distribuyen el agua por toda la aldea, así como, las llaves de paso, tamaño de la tubería, ubicación de los tanques.

- Plano del diagrama de captación, conducción y distribución de agua (Ver Anexo II).
- Distribución actual de agua (Ver Anexo II).
- Ubicación de llaves de paso (Ver Anexo II).

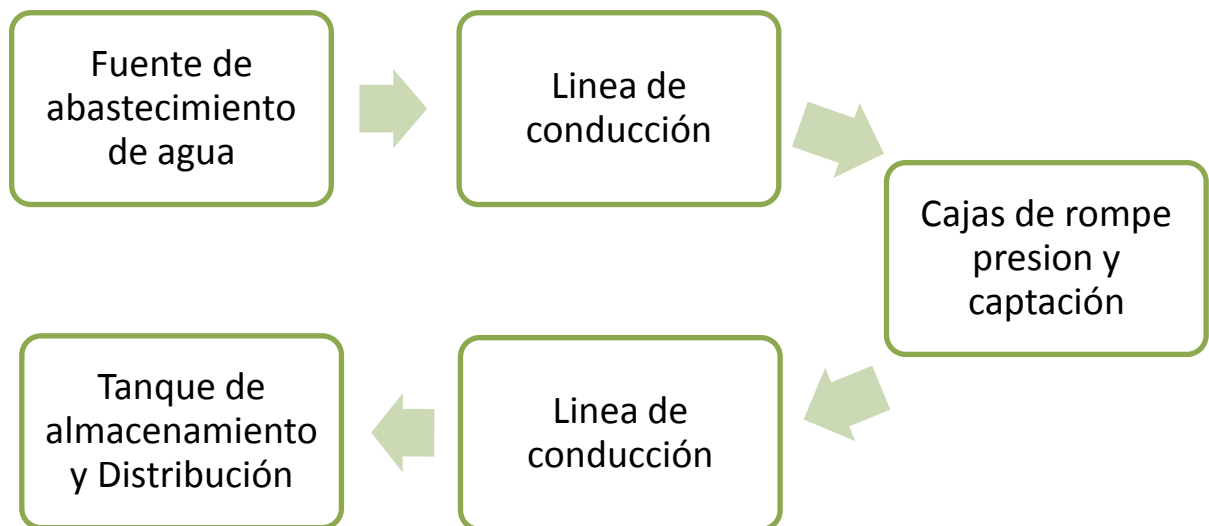


Figura No. 6 Diagrama de flujo de los sistemas de agua para consumo humano en la aldea San José las Cabezas.

- Como se observa en la figura No.6 diagrama flujo, es el proceso que se utiliza en los distintos sistemas para captar el agua en la aldea San José las Cabezas.
- Como se observa en el Anexo II figura No.9, en el sistema el Pacayal recorre 1,750 metros, desde el manantial hasta el tanque de distribución, en todo el recorrido el sistema cuenta con ocho captaciones, de las cuales están conformadas por cinco cajas formales y tres informales, estas mismas conectadas a una red principal de tubería de tres y cuatro pulgadas.
- El Sunzo tiene una distancia de 500 metros hasta el tanque de distribución el Eucalipto, cuenta con tres captaciones, una de ellas formal y dos informales, conectadas a una red principal de cuatro pulgadas.
- El Sistema Don Chayo cuenta con una distancia de 200 metros hasta el tanque el Pital, el cual cuenta tres captaciones formales, que se encuentran conectadas a una red principal de tres pulgadas.

Los tres sistemas identificados se encuentran vulnerables a contaminantes externos como, fertilizantes, abonos, excretas de animales, actividad humana, lixiviados, etc. Todo esto debido a que la zona donde se ubican las fuentes de captación de agua no cuenta con la protección necesaria para evitar dichos problemas.

De igual manera se está apoyando a la red principal de agua con captaciones informales, las cuales son de origen superficial, afectando a las demás fuentes ya que en el transcurso de su recorrido arrastran contaminantes que se encuentran en el suelo.



**c. Verificación de las condiciones físicas de los sistemas de agua para consumo humano.**

Cuadro No.14 Resultado de la evaluación de los tres sistemas de agua.

<b>Sistema</b>	<b>El Pacayal</b>	<b>El Sunzo</b>	<b>Don Chayo</b>
<b>Estado de las tapaderas de las cajas captadoras</b>	3 en mal estado, con grietas	2 en mal estado, con rupturas en el centro	1 con tapaderas en mal estado, con grietas.
<b>Acabado de las cajas en la parte interna</b>	No cuentan con alisado, ni impermeabilizante	No cuentan con alisado, ni impermeabilizante	No cuentan con alisado, ni impermeabilizante
<b>Posee daño la estructura externa de los tanques</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<b>La tapadera que protege el ingreso al tanque, se encuentra sin daños, es segura.</b>	Si	Si	Si
<b>La escalera para acceder al interior del tanque es de aluminio.</b>	No, es de metal y no se encuentra protegida por la corrosión	No, es de metal y no se encuentra protegida por la corrosión	No, es de metal y no se encuentra protegida por la corrosión
<b>Las paredes internas cuentan con alisado y están protegidas con pintura impermeabilizante.</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<b>Rejilla de sólidos</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<b>Limpieza de los tanques</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<b>Sistema de cloración</b>	Ninguno	Ninguno	Ninguno



Como está establecido en el cuadro No. 14, el sistema el Pacayal cuenta con cajas captadoras con capacidad de  $2.25\text{m}^3$ , de las cuales tres de ellas cuentan con la tapadera en mal estado, un tanque de distribución de  $144.52\text{m}^3$ , el cual no cuenta con alisado, ni impermeabilizante, como protección en la proliferación de bacterias, hongos, así mismo hay tres cajas informales que se encuentran expuestas a contaminantes externos para la captación de agua, cuenta con tubería de PVC de tres y cuatro pulgadas, las cual están mal distribuidas, y no cuenta con rejillas de sólidos.

El sistema el Sunzo cuenta con cajas formales con capacidad de  $2.25\text{m}^3$ , de las cuales las dos están con las tapaderas en mal estado, un tanque de distribución de  $77.37\text{m}^3$ , el cual no cuenta con alisado, ni impermeabilizante como protección en la proliferación de bacterias y hongos; cuenta con dos captaciones informales que se encuentran expuestas a contaminantes externos, debido a que no tiene una protección adecuada, dicho sistema tiene tubería de PVC de cuatro pulgadas, las cuales no cuentan con rejillas de sólidos.

En el sistema Don Chayo las cajas formales están en buen estado, con capacidad de  $3.37\text{m}^3$  por cada uno, un tanque de distribución de  $144.52\text{m}^3$ , el cual no cuenta con alisado, ni impermeabilizante como protección en la proliferación de bacterias y hongos, tiene tubería de PVC de tres pulgadas las cuales no cuentan con rejillas de sólidos.

Como se puede observar en la evaluación que se realizó a los sistemas de agua para consumo humano, los principales problemas se centralizan en la captación de agua superficial y en la parte interna de los tanques ya que por medio de estas deficiencias se están infiltrando contaminantes no deseados que afectarían la calidad y la salud del consumidor.

**d. Medición de caudales por el método volumétrico de los sistemas de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas.**

Para obtenerlo se realizaron tres tomas de muestras para determinar un caudal promedio del agua que entra al tanque de distribución.

Cuadro No.15 Tiempos de la medición de caudal agua.

<b>Sistema</b>	<b>El Pacayal</b>	<b>El Sunzo</b>	<b>Don Chayo</b>
<b>Tiempo 1</b>	1.90 s	3.00 s	2.21 s
<b>Tiempo 2</b>	1.65 s	3.07 s	2.23 s
<b>Tiempo 3</b>	1.42 s	3.03 s	2.35 s
<b>Tiempo promedio</b>	1.65 s	3.03 s	2.26 s

En el cuadro anterior se muestran los datos obtenidos in situ del tiempo que tardó en llenar un recipiente de volumen conocido. El tiempo promedio del sistema el Pacayal fue de 1.65 segundos, el Sunzo 3.03 segundos, Don Chayo 2.26 segundos; la diferencia de los tiempos se debe a la cantidad de captaciones que tiene cada sistema de agua. Por tanto, los caudales estimados son los siguientes:

Cuadro No.16 Capacidad de captación y distribución de agua con la que cuenta la aldea San José las Cabezas.

<b>Sistema</b>	<b>Número de personas que utilizan el servicio</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen del tanque capacidad máxima en m<sup>3</sup></b>
<b>El Pacayal</b>	2,553	11.45 l/s	144.52 m <sup>3</sup>
<b>El Sunzo</b>	1,270	6.23 l/s	77.37 m <sup>3</sup>
<b>Don Chayo</b>	2,525	8.36 l/s	144.52 m <sup>3</sup>

En el cuadro No. 16 se muestra la capacidad del caudal con la que cuenta los sistemas de agua, para poder proveer a la aldea, pero uno de los principales problemas para que la población goce de un servicio estable, es la mala distribución de la misma, ya que no hay una regulación del uso, debido a que varias familias cuentan con piscinas, piscícolas, etc. Las cuales utilizan el servicio desmedidamente, afectando a las partes bajas.

El caudal de entrada del sistema el Pacayal al tanque de captación y distribución el Conacaste es de 11.45 litros/segundo, por lo tanto, ingresan al tanque un total de 989,280 litros durante las 24 horas, el tanque tiene capacidad de almacenar 144,00 litros, lo cual no es suficiente para almacenar la cantidad de agua que entra durante el día, pero debido a que el agua es utilizada desde las cuatro de la mañana hasta las 9 de la noche el tanque no se mantiene en su capacidad máxima.

El caudal de entrada del sistema del Sunzo al tanque de distribución el Eucalipto es de 6.23 litros/segundo por lo tanto se descargan un total de 538,272 litros durante el día, el tanque tiene una capacidad de 77,000 litros, lo cual no es suficiente para almacenar la cantidad de agua que entra durante el día, pero debido a que la población utiliza el agua desde las cuatro de la mañana hasta las 9 de la noche el tanque no se mantiene en su capacidad máxima.

El caudal de entrada del sistema Don Chayo al tanque de distribución el Pital es de 8.36 litros/segundo, por lo tanto, ingresan al tanque un total de 722,304 litros durante las 24 horas, el tanque tiene una capacidad de 144,000 litros, lo cual no es suficiente para almacenar la cantidad de agua que entra durante el día, pero debido a que la población utiliza el agua desde las cuatro de la mañana hasta las 9 de la noche el tanque no se mantiene en su capacidad máxima.

Según la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa, debe tener una dotación de 150 lts/ hab / día, pero debido a que no cuenta con un control del agua, en algunos sectores se está excediendo la dotación, mientras en las partes bajas no se está cumpliendo con la dotación establecida.

## 7.2 Verificación del cumplimiento de la Norma COGUANOR NTG 29001 de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se realizó lo siguiente:

### 7.2.1 Análisis físicos, químicos y microbiológicos

Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el laboratorio son los siguientes:

Cuadro No. 17 Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los tres sistemas de agua para consumo humano.

Parámetros	Tanque #1	Tanque #2	Tanque #3	LMA	LMP	Cumplimiento
<b>Color</b>	1.00 u	2.00 u	1.00 u	5.0 u	35.0 u	Cumple
<b>Olor</b>	Inodora	Inodoro	Inodoro	No	No	Cumple
<b>Turbiedad</b>	0.73 UNT	0.75 UNT	0.81 UNT	5.0 UNT	15.0 UNT	Cumple
<b>Conductividad eléctrica</b>	163.7 μS/cm	149.20 μS/cm	193.20 μS/cm	750 μS/cm	1500 μS/cm	Cumple
<b>Potencial de hidrógeno</b>	6.76	6.82	6.56	7.0-7.5	6.5-8.5	Cumple
<b>Sólidos totales disueltos</b>	87.00 mg/l	79.00 mg/l	102.00 mg/l	500.0 mg/l	1000.0 mg/l	Cumple

**Cuadro No 17. Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los tres sistemas de agua para consumo humano.**

<b>Parámetros</b>	<b>Tanque #1</b>	<b>Tanque #2</b>	<b>Tanque #3</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>Cloro residual libre</b>	-----	-----	-----	0.5	1.0	No cumple
<b>Cloruro (Cl<sup>-</sup>)</b>	9.00	7.50	07.50	100.0	250.0	Cumple
<b>Dureza total (CaCO<sub>3</sub>)</b>	92.00	82.00	102.00	100.0	500.0	Cumple
<b>Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)</b>	0	0	0	100.0	250.0	Cumple
<b>Aluminio (Al)</b>	-----	-----	-----	0.050	0.100	-----
<b>Calcio (Ca)</b>	16.83	15.23	17.64	75.0	150.0	Cumple
<b>Zinc (Zn)</b>	-----	-----	-----	3.0	70.0	-----
<b>Cobre (Cu)</b>	-----	-----	-----	0.050	1.500	-----
<b>Magnesio (Mg)</b>	12.18	10.71	14.12	50.0	100.0	Cumple
<b>Manganeso (Mn)</b>	0.013	00.004	0.003	0.1	0.4	Cumple
<b>Hierro total (Fe)</b>	00.03	00.01	00.01	0,3	-----	Cumple
<b>Nitritos (NO<sub>2</sub>)</b>	0.014	0.016	0.014	-----	1	Cumple
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>)</b>	10.70	25.50	8.30	-----	10	No cumple
<b>Coliformes totales</b>	Detectada	Detectada	Detectada	0	0	No cumple
<b>Coliformes fecales</b>	Detectada	Detectada	Detectada	0	0	No cumple

En el cuadro No. 17, puede observar la comparación de los resultados obtenidos con respecto a los valores establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR NTG 29001) con el objetivo de verificar la calidad de agua con la que cuenta la aldea San José las Cabezas.

En lo que se refiere a las unidades de color, los tres sistemas se encuentran por debajo del rango establecido por la norma COGUANOR (35 unidades de color), lo que hace referencia a que el agua se encuentra clara.

La turbiedad varia en los tres tanques, esto se debe a que al no ser suficiente el agua subterránea extraída, se han conectado tomas de agua superficial, la cual arrastra partículas de suelo que al disolverse aumente la turbiedad del agua, sin embargo, todos cumplen con respecto a lo permitido por la norma (15 unidades nefelométricas de turbiedad).

Generalmente la conductividad eléctrica varía dependiendo del grado de minerales disueltos (sales), por tal motivo hay diferencias en los resultados. Sin embargo, las tres muestras se encuentran en el rango permitido según la norma COGUANOR entre 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El potencial de hidrógeno de los tres tanques se encuentra en el rango de 6.56 a 6.82, según lo permitido por la norma, cumple con los requisitos establecidos.

Los sólidos disueltos en los tres tanques se encuentran entre el rango de 79 a 102 miligramos/ litros, haciendo constar que el arrastre de minerales, partículas de suelo es mínima y no afecta en el agua, la norma permite tener hasta 500 miligramos/ litros, por lo cual se cumple con lo establecido por la COGUANOR.

En los parámetros químicos, el cloruro se encuentra entre el rango de 7.50 a 9.00 lo cual no afecta debido a que los suelos no contienen concentraciones

altas de minerales que puedan proporcionar el mismo, el rango que permite la norma es mucho mayor y se encuentra entre 100.00 y 250.00 mg/l.

La dureza total según lo establecido por la norma (100.00 a 500.00 mg/l), y los resultados se encuentran entre 86.00 y 104.00 mg/l lo que hace referencia que la fuente de agua no contienen altos contenidos de carbonatos de calcio y magnesio, cumpliendo con los parámetros.

Según los análisis realizados no se cuenta con presencia de sulfatos en los tres sistemas (0 mg/l), por lo cual las fuentes de agua no están contaminadas por residuos industriales.

Para el calcio se obtuvieron resultados en un rango entre 15.23 y 17.64 lo cual es indicador que el agua no es dura por lo que no afecta la salud del consumidor debido a que la Norma COGUANOR establece un rango de 75.00 a 150.00 mg/l como permisible.

En los resultados de magnesio la COGUANOR establece un rango permisible entre 50.00 a 100.00 mg/l. Los resultados obtenidos están entre 10.71 y 14.12 mg/l, por lo tanto cumple con la norma. Tanto este parámetro como el calcio son indicadores de dureza en el agua, haciendo que las cañerías se tapen conforme trascurren los años.

Con base a los resultados el manganeso tiene un rango entre 0.003 y 0.013 mg/l y la norma establece como permisible un rango entre 0.050 a 0.500 mg/l, por ende se cumple con los requisitos. Un valor de manganeso que sobrepase los 3 mg por día, producen intoxicaciones llamadas manganismo provocando alteraciones mentales y anemias.

El hierro según la norma puede estar presente por debajo de los límites 0.100 y 1.000 mg/l, debido a que es esencial en la nutrición humana, los resultados

obtenidos se encuentran entre 0.01 a 0.03 mg/l cumpliendo con lo que la norma COGUANOR permite. Si los valores de hierro sobrepasaran los 0.3 mg/l causaría manchas en la ropa y produciría sabores metálicos que hacen que el agua sea desagradable.

Según la norma los nitritos tiene un rango permitido de 0 a 1 mg/l, con base a los resultados obtenidos los parámetros se encuentran 0.014 a 0.016 mg/l, lo que indica que el agua cumple con la cantidad de nitritos permitidos.

Con base a la norma COGUANOR los parámetros permitidos para los nitratos se encuentran entre 0 a 10 mg/l según los análisis realizados el tanque uno cuenta con 10.70mg/l, el tanque dos tiene 25.50 mg/l, el tanque tres 8.30 mg/l los dos primeros tanques están por encima de lo que permite la norma, debido a que dentro del área en que se encuentran está cubierta por cultivos limpios, afectando las infiltraciones de los fertilizantes que utilizan, a los mantos freáticos.

En efecto los nitratos ocasionan problemas cuando se sobrepasan el rango de 50mg/l ya que causan la enfermedad de metahemoglobinemia más conocido como los “bebés azules”

Con base a los parámetros bacteriológicos según la norma COGUANOR NTG 29001 los coliformes totales y fecales deben de estar en cero, y según los resultados obtenidos los tres tanques cuentan con coliformes fecales y totales. Dichos parámetros son indicadores de presencia de excretas, esto se debe a que las áreas de los tanques no se encuentran cercadas, y no hay restricción de ingreso.



### **7.3 Propuesta de mejora de los sistemas de captación, conducción y distribución de agua con base a los resultados obtenidos.**

#### **7.3.1 Reparación de la estructura física de los sistemas de captación, conducción y distribución**

1. Reparar las tapaderas de las cajas captadoras de los sistemas de agua. (Ver anexo III).
2. Repellar la parte interna de las cajas y tanques de captación y distribución. (ver anexo III).
3. Aplicar impermeabilizante en la parte interna de los tanques.
4. Implantar rejilla de retención de sólidos a las tuberías.
5. Colocar protección a las escaleras de hierro o implementar escaleras de aluminio.
6. Establecer un cronograma de limpieza mensual.

#### **7.3.2 Implementar el sistema de cloración y desinfección al agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas.**

Para la desinfección y eliminación de organismos patógenos, bacterias existentes en el agua, se propone establecer un sistema de cloración y desinfección con base en hipoclorito de calcio (pastillas); se estableció dicho sistema debido los bajos costos de operación, factible transporte, buen desempeño en su parte funcional, y fácil mantenimiento.

##### **7.3.2.1 Propuesta del sistema de cloración y desinfección a base de hipoclorito de calcio (en pastillas) de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas.**

Sistema de dosificación de cloro en pastillas. Los dosificadores de cloro en pastillas están diseñados para disolver una cantidad fija de cloro mediante el contacto directo con el agua que se está tratando. Existen varios modelos entre los que destacan los cloradores flotantes, cloradores en línea y fuera de línea, ambos con depósito de pastillas y válvula reguladora. (Ver la figura No.7)



Clorador flotante



Clorador en línea



Clorador fuera de línea

Figura No 7. Tipos de dosificadores de cloro en pastillas

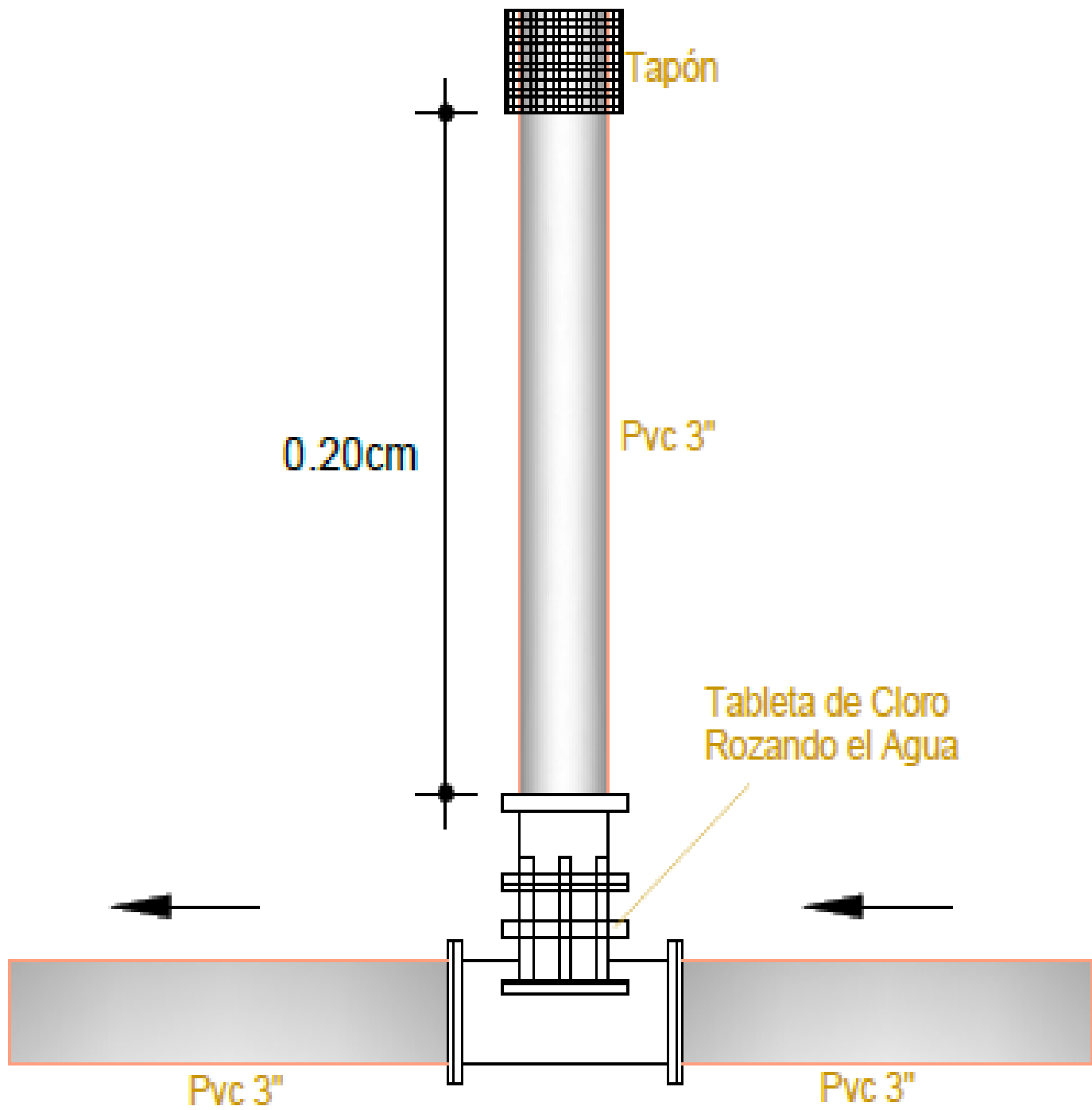


Figura No.8 Diseño del dosificador de cloro en línea

### 7.3.2.2 Cálculo de la dosificación de cloro en pastillas para el sistema de cloración en línea.

La dosificación de cloro en pastillas recomendada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, se calcula de la siguiente manera, ver anexo III.

$$\text{Peso de cloro} = \frac{\text{Volumen de agua} * \text{Dosis de cloro}}{\text{Concentración de cloro granulado} * 10}$$

Tabla No. 18 Dosificación de cloro a distintas concentraciones

<b>Sistema</b>	<b>Caudal L/s</b>	<b>Concentración 65%</b>	<b>Concentración 70%</b>	<b>Concentración 100%</b>
<b>El Payacal</b>	11.45	0.017 gr	0.016 gr	0.011 gr
<b>El Sunzo</b>	6.23	0.009 gr	0.008 gr	0.006 gr
<b>Don Chayo</b>	8.36	0.012 gr	0.011 gr	0.008 gr

Los cálculos establecidos en la tabla No. 18 indican los gramos de cloro que se deben aplicar por cada caudal, dependiendo de la concentración a que se encuentre el cloro.

Las empresas venden cubetas que contienen 250 tabletas, con un peso aproximado de 300 gr, con un precio rango de Q.1,300.00 a Q.1,400.00, las 250 pastillas, para el sistema el Pacayal alcanza las 250 pastillas para dos meses y medio, para el sistema el Sunzo se calcula que alcanza para cuatro meses y medio, y para el sistema Don Chayo alcanza para tres meses y medio aproximadamente, (ver anexo IV pagina 91 cálculo realizado).

## VIII. CONCLUSIONES

- Los tres sistemas de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, se encuentran con mal funcionamiento debido a que el 80% de las cajas captadoras tiene las tapaderas agrietadas, no hay un plan de limpieza, los tanques de captación, conducción y distribución no cuentan con repello, ni impermeabilizante para evitar la proliferación de bacterias dentro del mismo, las tuberías no contienen ningún pre-tratamiento (trampa de sólidos), así mismo el área de las captaciones no se encuentra cercada.
- Con base a los resultados de análisis de agua que fueron realizados en mayo del 2016, se determinaron las características físico-químicas las cuales se encuentran por debajo de los parámetros aceptables y permisibles establecidos por la norma COGUANOR 29001 NGT, a excepción de los nitratos ( $\text{NO}_3$ ) que se encuentran arriba de los límites permisibles en los tanques uno y dos, esto no afectando la salud del consumidor ya que se establece dañino para la salud pasando de los 50mg/l.
- Se determinaron las características microbiológicas con base al resultado de análisis de agua, que fueron realizados en mayo del 2016 los cuales se mostraron insatisfactorios debido a que contiene coliformes totales y fecales, por lo cual dicha norma establece que no es potable.
- Debido a que no se han implementado mejoras a los sistemas de captación, conducción y distribución de agua, se está proporcionando un servicio y un agua de mala calidad para los aldeanos.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Para que el sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano obtenga un buen funcionamiento es indispensable, implementar el pre-tratamiento en los tubos captadores, reparar las tapaderas agrietadas, agregar alisado e impermeabilizado a la parte interior de los tanques de almacenamiento y distribución, establecer un calendario de limpieza para las cajas captadoras, tanques de distribución, y rejillas de sólidos.
- Proponer a los aldeanos que la zona comunal sea establecida como una reserva natural, para que se pueda conservar la biodiversidad existente, así como las fuentes de agua, con esto se estaría previniendo el ingreso de personas externas, que puedan alterar los ecosistemas y la calidad de agua.
- Comprometer al Centro de Salud a cumplir con el control y vigilancia, como lo estipula el acuerdo gubernativo 113-2009 en capítulo IV artículo 12, 14,15, para que el comité del agua cumpla con su función.
- Debido a la existencia de coliformes en el agua, se debe implementar un sistema de cloración y desinfección para eliminar las colonias de coliformes totales y fecales.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). 1999. *COGUANOR 29 001 Agua Potable*. Guatemala, Guatemala. Ministerio de Economía. 15p.
2. Colom, E. 2010. Propuesta para actualizar los contenidos de Política Nacional y Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de SEGEPLAN, 2006. GEA / BID. Guatemala, Guatemala. 35 p.
3. Cordero, I. 4 de marzo 2016. Historia de la aldea. (Entrevista). Síndico Primero. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
4. De León Hernández, E. G.2008. Disponibilidad y características del agua potable en el área urbana del municipio de Huehuetenango. Tesis postgrado maestría en ciencia y tecnología del medio ambiente. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 131p.
5. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. 1997. En línea Consultado 30 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.htm>
6. Flo Palomino, A. 2014. Estudio y dimensionamiento de una red de distribución de agua en una población, Barcelona. Tesis Ing. Química. España. Universidad Politécnica de Catalunya.
7. Franco, S. 3 de marzo 2016. Mantenimiento de los sistemas de agua. (Entrevista). Presidente del Comité del Agua. Aldea las Cabezas, Oratorio, Sata Rosa, Guatemala.
8. Fuentes Yagüe, J.L. 1992. Aguas subterráneas Corazón de María. Madrid, España. Tesis Ing. Agronomía. España, Facultad de Agronomía. (En línea)

Consultada el 3 octubre del 2006. Disponible en:  
[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_01.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf)

9. García, E. de febrero 2016. Causas de morbilidad. (Entrevista). Encargada del puesto de salud. Aldea las cabezas, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
10. GEA. 2010. Avances del Gabinete Específico del Agua durante el año 2010. GEA, Guatemala. 18p.
11. Gonzales Perilla, E.V. 2007. Comparación del proceso de desinfección utilizando hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio, Bogotá. Colombia. Tesis Ingeniera Ambiental y Sanitaria. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería ambiental y sanitaria. 138p.
12. González, M. 24 de febrero 2016. Cobertura educativa. (Entrevista). Encargado de Educación. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
13. Guatemala. 1986. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Decreto 68-86 del Congreso de la República.
14. Guatemala. Congreso de la República. 1997. Decreto Número 90-97. Código de Salud. Editorial. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 13-15 p.
15. Guatemala. Congreso de la República. 2002. Código municipal de Guatemala: Decreto Número 12-2002 Código Municipal. (En línea) Consultado el 5 de abril 2015. Disponible en:  
<http://www.unicef.org/guatemala/spanish/CodigoMunicipal.pdf>



16. Guatemala. Instituto de fomento Municipal, Ministerio de Salud Pública. 2011. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.
17. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2006. Guía técnica de tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro. 11p.
18. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2009. Acuerdo Gubernativo 178-2009. Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento. 8p.
19. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2009. Acuerdo Gubernativo 113-2009. Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. 10p.
20. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2009. Acuerdo Ministerial 1148-09. Manual de Normas Sanitarias que Establecen los Procesos y Métodos de Purificación de Agua para Consumo Humano. 11p.
21. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2011. Acuerdo Ministerial 572-2011. 4p.
22. Guevara, O. 24 de febrero 2016. Funcionamiento del sistema de agua. (Entrevista). Encargado de fontanería. Municipalidad de Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
23. Hernández Castillo, J.H. 2012. Evaluación de la calidad bacteriológica de agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula, Guatemala. Tesis Química Bióloga. Guatemala, Guatemala.

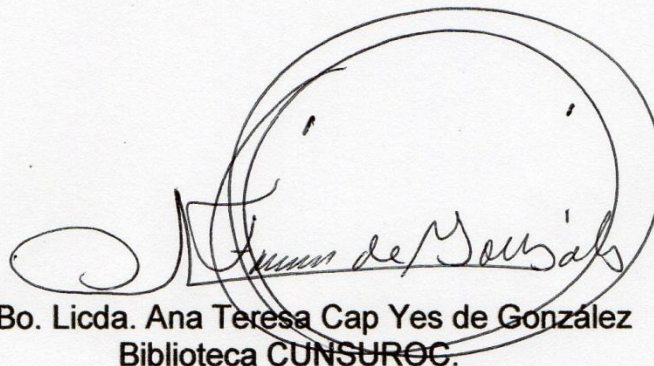
Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 56p.

24. Herrera Quezada, A.B. 2005. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Sanguayabá municipio de Palencia, Guatemala. Tesis de ingeniería civil. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 135p.
25. Instituto de Fomento Municipal. 1994. Sistema de Agua y sus Componentes. (En línea) Consultado: 18 de Septiembre de 2016. Disponible en: INFOM <http://www.ircwash.org/sites/default/files/204.1-94MO-14-12557.pdf>
26. Instituto Nacional de Estadística 2012, x Censo Nacional de Población y V de Habitación del Departamento de Santa Rosa, Guatemala.
27. Lenntech. 2011. Agua residual & purificación del aire. (En línea) consultado el 18 de octubre del año 2016. Disponible en: [http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3\\_Calidad\\_del\\_agua.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf)
28. López de León, L.R. 2001. Diagnóstico Socioeconómico, potencialidades productivas y respuestas de inversión II, Municipio de Oratorio, Departamento de Santa Rosa, Guatemala. Guatemala, Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. 365p.
29. Má Villatoro, M.A .2009. Fundamentos técnicos y legales de una propuesta de métodos alternativos de desinfección del agua potable que consume la población guatemalteca. Tesis Lic. Abogada y Notaria. Guatemala, Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. 108p.

30. Má Villatoro, M.A. 2006. Propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Pachalúm, Quiché, Guatemala. Tesis Ingeniera Química. Guatemala, Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 155p.
31. Mejía Clara, M. R. 2005. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Tesis Escuela de Postgrado. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. 123p.
32. Modelo de Desarrollo Territorial Actual – MDTA. 2010. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. 1-37p.
33. Modelo de Desarrollo Territorial SEGEPLAN. 2008. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. 1-47p.
34. Monografía del Municipio. 1994. Municipalidad de Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. 3-4p.
35. Morales Méndez, J. C. 2004. Reconocimiento de la contaminación del tramo del río guacalate dentro de los límites del municipio de Jocotenango, Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 55p.
36. Organización Mundial de la Salud. 2006. Guías para la calidad del agua potable. (En línea) Consultado el 19 de enero del año 2017. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
37. Organización Mundial de la Salud. 2015. Agua Saneamiento y Salud, Calidad del agua potable. (En línea) Consultado: 10 de Junio de 2016. Disponible en : <http://www.who.int/topics/water/es/>

38. Orozco, Y. 4 de marzo 2016. Reseña histórica. (Entrevista). Alcalde municipal. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
39. Osorio Uribe, A.M. 2007. Diseño de un dosificador de cloro líquido. Tesis de Arquitectura. Colombia. Universidad Católica Popular del Risaralda. Facultad de Arquitectura.
40. Ovalle Cabrera, L.W. 2011. Guía de Normas Sanitarias Rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, Guatemala. (En línea) Consultado: 11 de Octubre de 2016. Disponible en: [http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia\\_normas\\_diseno\\_agua\\_potable\\_volumen\\_I\\_ag\\_2011\\_FINAL\\_AS.pdf](http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia_normas_diseno_agua_potable_volumen_I_ag_2011_FINAL_AS.pdf)
41. Palacios, M. 3 de marzo 2016. Fuentes de agua. (Entrevista). Presidente del Consejo Comunitario de desarrollo. Aldea las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
42. Pérez López, J. E. 2010. Caracterización de la calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable y en la red de distribución de la ciudad de Yopal, Casanare, Colombia, Colombia. Tesis de Ingeniería química. Universidad industrial de Santander. Facultad de ingeniería.
43. Ramírez Mejía, L. L. 2003. Calidad de agua subterránea del área noreste del valle de la ciudad capital de Guatemala. Tesis Ingeniería Civil. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 172p.
44. Rivas, R. 24 de febrero 2016. Censo de alumbrado público (Entrevista). Encargado de alumbrado municipal. De la municipalidad de Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.

45. SEGEPLAN. 2006. Política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos (PNGIRH) y de la Estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos (ENGIRH). Guatemala, Guatemala. 33p.
46. SEGEPLAN. 2008. Plan Nacional de Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento para el Desarrollo Humano 2008- 2011. Gobierno de Guatemala /SEGEPLAN/. GEA, Guatemala, Guatemala. 29p
47. Silva, R. 3 de marzo 2016. Mortalidad y morbilidad en la aldea (Entrevista). Encargado del Centro de Salud. Oratorio, Santa Rosa, Guatemala.
48. Solórzano Ponce, R.Y. 2005. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial proveniente de la planta de tratamiento la carbonera, municipio de Sanarate, departamento del Progreso, Guatemala. Tesis Ing. Química. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Química. 108 p.
49. Tórtora, G. J. (2007). Introducción a la Microbiología. USA: Editorial Médica Panamericana. 988p.



Vo.Bo. Licda. Ana Teresa Cap Yes de González  
Biblioteca CUNSUROC.



## **XI. ANEXOS**

**ANEXO I. Formato de listado de cotejo utilizado para verificar las condiciones físicas de los sistemas de agua.**

<b>Sistema</b>	<b>El Pacayal</b>	<b>El Sunzo</b>	<b>Don Chayo</b>
<b>Estado de las tapaderas de las cajas captadoras</b>			
<b>Acabado de las cajas en la parte interna</b>			
<b>La estructura externa de los tanques se encuentra sin daños en su estructura.</b>			
<b>La tapadera que protege el ingreso al tanque, se encuentra sin daños, es segura.</b>			
<b>La escalera para accesar al interior del tanque es de aluminio.</b>			
<b>Las paredes internas cuentan con alisado y están protegidas con pintura impermeabilizante.</b>			
<b>Rejilla de sólidos</b>			
<b>Limpieza de los tanques</b>			
<b>Sistema de cloración</b>			

**ANEXO II. Planos del sistema existen de agua de la aldea San José las Cabezas, Oratorio Santa Rosa.**

Figura No. 9 Plano del diagrama de captación, conducción y distribución de agua.



Figura No. 10 Plano de la distribución actual de agua.

Figura No. 11 Plano de ubicación de llaves de paso de agua.

**ANEXO III. Propuesta de mejora de infraestructura de los sistemas de agua.**

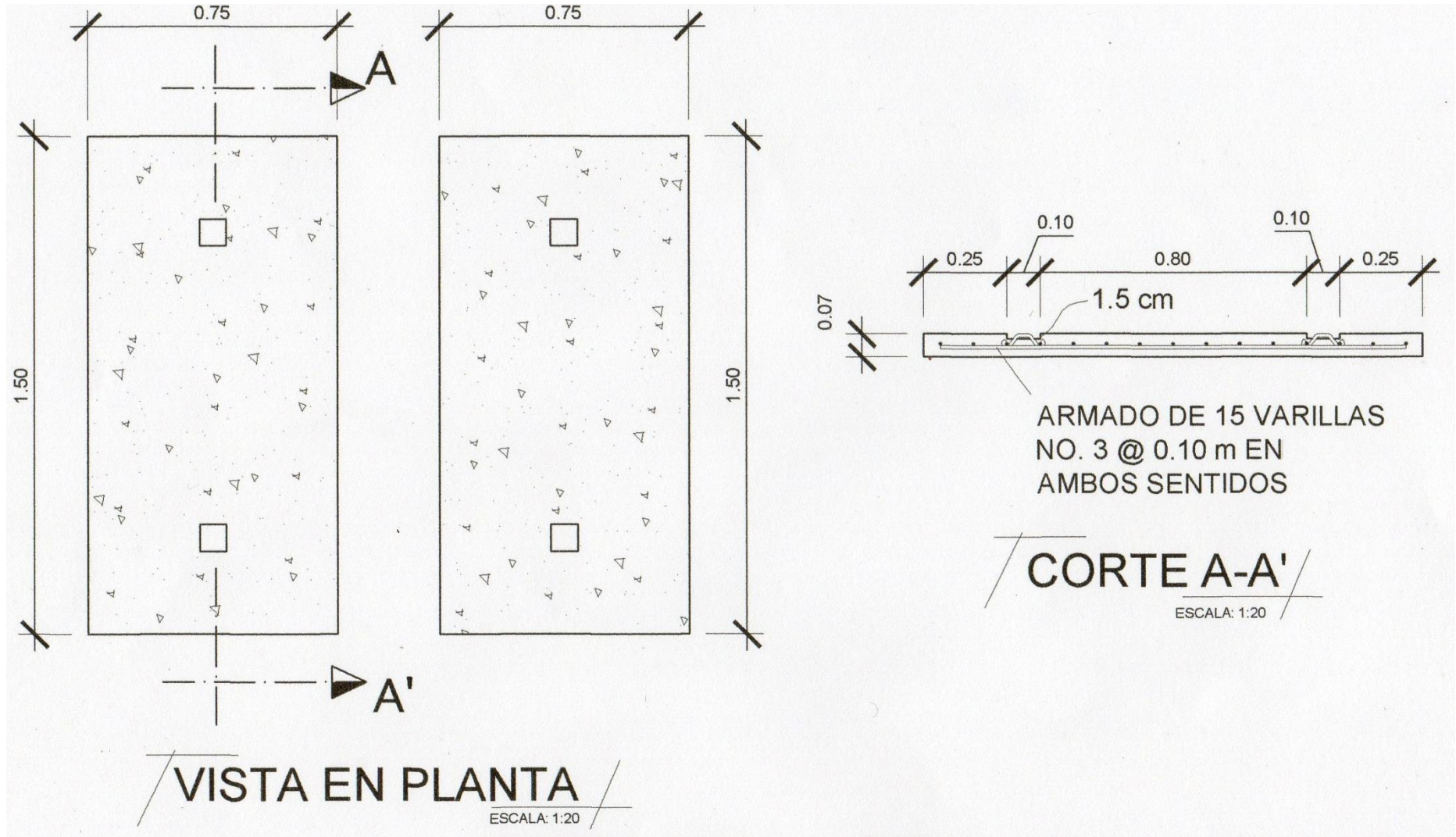


Figura No.12 Propuesta de tapadera para cajas captadoras de agua.

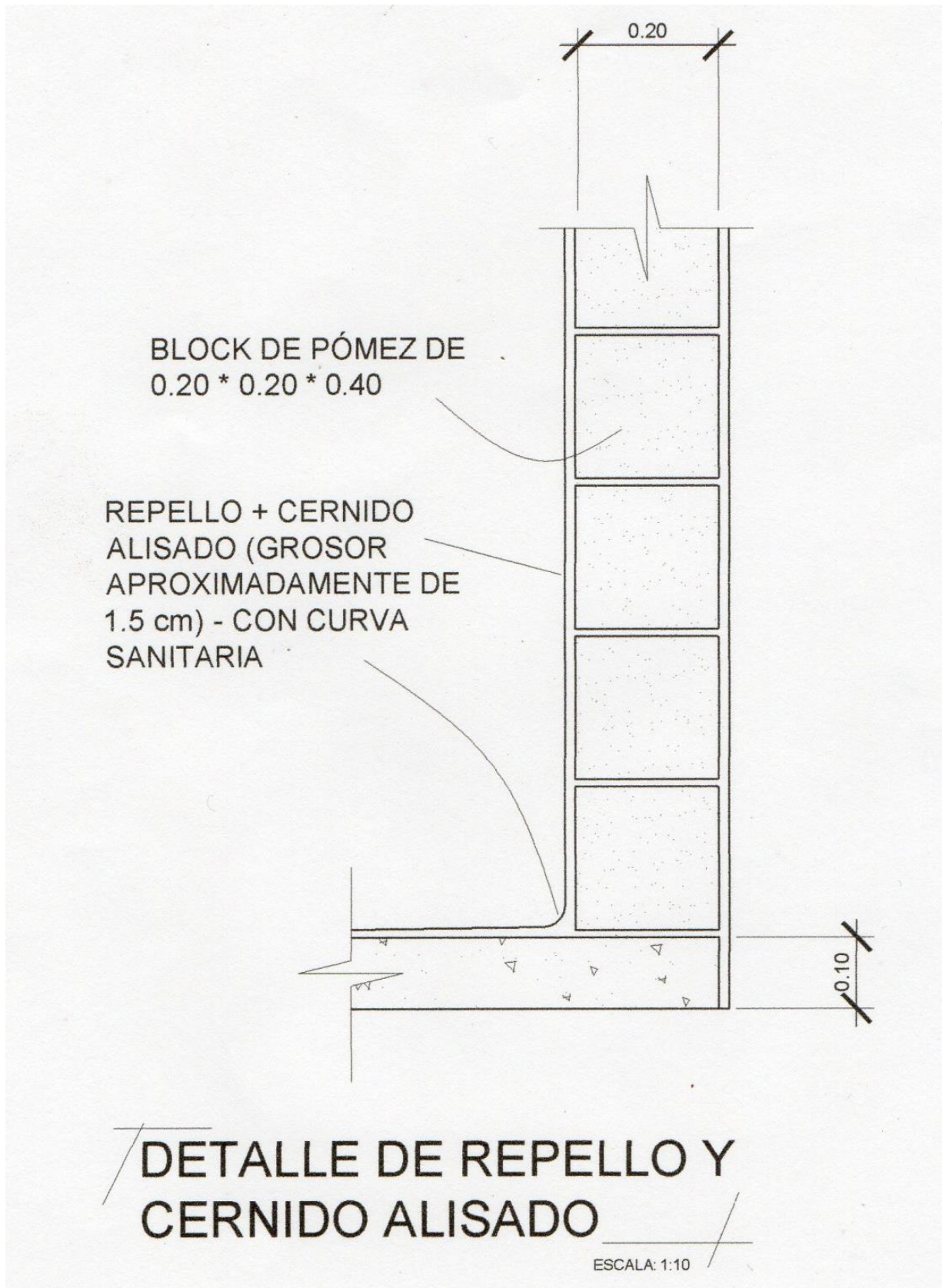


Figura No.13 Propuesta de repello, cernido y alisado para los tanques de agua.

#### **ANEXO IV. Cálculos de dosificación de cloro en pastillas**

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para determinar la dosificación se utiliza la dosis de cloro de 1mg/l

Para la desinfección de agua para consumo humano por medio de hipoclorito de calcio (cloro en pastillas), se muestra la forma de calcular la cantidad de cloro a dosificar para el efecto:

$$\text{Peso de cloro} = \frac{11.45l * 1mg}{65\% * 10} = \frac{11.45}{650} = 0.0176gr$$

$$\text{Peso de cloro} = \frac{11.45l * 1mg}{70\% * 10} = \frac{11.45}{700} = 0.016gr$$

$$\text{Peso de cloro} = \frac{11.45l * 1mg}{100\% * 10} = \frac{11.45}{1000} = 0.011gr$$

Cálculo de dosificación por mes

$$\frac{989,284l * 0.011gr}{11.4l} = 954.56gr/dia$$


$$\frac{954.56gr/dia * 30 dias}{300gr} = 95 pastillas/mes$$

Se tomó como base el caudal de litros por día el cual se multiplicó por los gramos de cloro calculados en la fórmula de arriba, seguidamente se dividió entre el caudal por segundo, para encontrar la dosificación que se requiere por día, al encontrar la dosificación diaria se multiplicará por 30 días o sea equivalente a un mes, dividiendo la cantidad de gramos que contiene la pastilla, de esta manera se estaría encontrando el número de pastillas necesarias por mes.


Nota. Dependiendo de la concentración en que se encuentre el cloro, así aumentará o disminuirá los gramos por aplicar.



## ANEXO V. Resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



---

O.T. No. 36104

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. 4409

INF. No. 26528

<p>INTERESADO: <b>KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ</b> CARNÉ No. 2010-40801</p> <p>RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Alden Las Cabezas</u></p> <p>FUENTE: <u>Tanque No. 2 El Sunzo</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Oratorio</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Santa Rosa</u></p>	<p>PROYECTO: <b>MEJORA DEL SISTEMA DE POTABILIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, BASADO EN LA NORMA COGUANOR</b></p> <p>DEPENDENCIA: <u>EPSUM-USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-31; 08 h 15 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2016-05-31; 11 h 25 min.</u></p> <p>CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
---	---

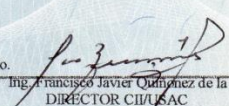
RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--</u>	
2. COLOR: <u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>149,20 μmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>00,75 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,82 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>79,00 mg/L</u>	
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	15,23	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	07,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,016	7. MAGNESIO (Mg)	10,71
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	25,50	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	00,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01
5. MANGANESO (Mn)	00,004	10. DUREZA TOTAL	82,00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		86,00	
CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		86,00	

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_


**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista físico químico sanitario. Las determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.**


Guatemala, 2016-06-22

Vo.Bo. 

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC



Zenon Muñoz Santos  
Ing. Químico Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura No.14 Análisis físicoquímico de agua del sistema el Pacayal  
Fuente: Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería









**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 36104		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO	No. <b>4410</b> INF. No. 26529
INTERESADO: <b>KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ</b> CARNÉ No. 2010-40801		PROYECTO: <b>MEJORA DEL SISTEMA DE POTABILIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, BASADO EN LA NORMA COGUANOR</b>	
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	EPSUM-USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Las Cabezas	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2016-05-31; 08 h 00 min.
FUENTE:	Tanque No. 3 El Pital	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2016-05-31; 11 h 25 min.
MUNICIPIO:	Oratorio	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Santa Rosa		

RESULTADOS			
1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----
3. TURBIEDAD:	00,81 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	06,56 unidades
		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	--
		8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	193,20 µmhos/cm
		9. SÓLIDOS DISUELTOS:	102,00 mg/L
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	17,64	6. CLORUROS (Cl)	07,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,014	7. MAGNESIO (Mg)	14,12
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	08,30	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	00,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	102,00
HIDROXIDOS mg/L	00,00	CARBONATOS mg/L	00,00
		BICARBONATOS mg/L	104,00
		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	104,00

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista fisico químico sanitario: Las determinaciones indicadas se encuentran dentro de los límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

**TÉCNICA** "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2016-06-22

Vo.Bo.   
Ing. Francisco Javier Quirónez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC



Zenon Much Santos  
Ing. Químico Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

**Figura No.16** Análisis fisicoquímico de agua del sistema Don Chayo  
Fuente: Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**No. 4412**

EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 36104	INF. No. A - 361682
INTERESADO	<u>KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ</u> CARNÉ No. 2010-40801	PROYECTO:	<u>MEJORA DEL SISTEMA DE POTABILIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. BASADO EN LA NORMA COGUANOR</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>EPSUM-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA:	<u>Aldea Las Cabezas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2016-05-31; 08 h15 min.</u>
FUENTE:	<u>Tanque No. 2 El Sunzo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2016-05-31; 11 h25 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Oratorio</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Santa Rosa</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		


**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++ -
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	-----
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+- - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 16 x 10 <sup>2</sup>	13

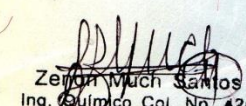
**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**


**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-06-22

Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
**DIRECTOR CII/USAC**



  
**Zeñon Much Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 MSc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura No.17 Análisis Bacteriológico de agua del sistema el Pacayal  
 Fuente: Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**No. 4411**

**O.T. No. 36104**

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

**INF. No. A - 361681**

INTERESADO	KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ CARNÉ No. 2010-40801	PROYECTO:	MEJORA DEL SISTEMA DE POTABILIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, BASADO EN LA NORMA COGUANOR
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	EPSUM-USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Las Cabezas	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2016-05-31: 08 h30 min.
FUENTE:	Tanque No. 1 El Sunzo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2016-05-31: 11 h25 min.
MUNICIPIO:	Oratorio	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeracion
DEPARTAMENTO:	Santa Rosa		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Clara	COLOR RESIDUAL	
OLOR:	Inodora		

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	-----
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	++---
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 16 x 10 <sup>2</sup>	5,5

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-06-22

Vo.Bo.

**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
DIRECTOR CII/USAC



**Zenón Much Santos**  
Ing. Químico Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



Figura No.18 Análisis Bacteriológico de agua del sistema el Sunzo  
Fuente: Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**No. 4413**

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

**O.T. No. 36104**

**INF. No. A - 361683**

INTERESADO: <u>KEVIN FROILAN LÓPEZ PAZ</u> <u>CARNÉ No. 2010-40801</u>	PROYECTO: <u>MEJORA DEL SISTEMA DE POTABILIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, BASADO EN LA NORMA COGUANOR</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>EPSUM-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea Las Cabezas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-31: 08 h00 min.</u>
FUENTE: <u>Tanque No. 3 El Pita</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-31: 11 h25 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Oratorio</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Santa Rosa</u>	
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: <u>Inodora</u>	

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	++++-
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	-----
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	-----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 16 x 10 <sup>2</sup>	13

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-06-22

Vo.Bo.

**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
DIRECTOR CII/USAC



**Zenobio Moch Escobedo**  
Ing. Químico Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



Figura No.19 Análisis Bacteriológico de agua del sistema Don Chayo  
Fuente: Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería.

## **XII. GLOSARIO**

1. Abastecimiento de agua: conjunto de acciones técnicas y administrativas requeridas para suministrar agua para consumo humano a un grupo de personas.
2. Agua para consumo humano: agua destinada para bebida, preparación de alimentos e higiene personal. Se excluyen de esta definición las aguas con gas, agua embotellada, aguas medicinales y todas aquellas que no sean distribuidas por medio de un sistema de abastecimiento.
3. Agua potable: agua que por sus características de calidad, cumple con lo establecido en la Norma Guatemalteca Obligatoria de Especificaciones, COGUANOR NGO 29 001, Primera Revisión; o bien, la norma vigente de especificaciones para agua potable.
4. Cloro: elemento químico que se encuentra en forma de gas, de color verde amarillento. Posee características desinfectantes de amplio espectro y otras especiales como su efecto residual, que lo hacen eficaz para la desinfección de agua.
5. Coagulación y floculación: método de purificación de agua consistente en la neutralización de las fuerzas electroquímicas de repulsión que mantienen suspendidas las partículas en el agua, con el propósito de lograr la aglomeración de las mismas; requiriendo, para el efecto, la adición de una sustancia química capaz de producir el efecto descrito, la cual se denomina “floculante”.
6. Coliformes fecales Grupo de bacterias aerobias y facultativamente anaerobias, Gram-negativas, no esporulantes, fermentadoras de lactosa y habitantes típicos del intestino grueso humano y animal.

7. Coliformes totales son las *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos.
8. Desinfección: proceso de purificación de agua para consumo humano, por medio del cual se reduce la concentración de microorganismos patógenos hasta un nivel de inocuidad.
9. Filtración: método de purificación de agua, por medio del cual ésta es forzada a través de un manto de material poroso, capaz de retener y remover partículas, materia orgánica y microorganismos.
10. Hipoclorito de calcio: sustancia química que se deriva en ácido hipocloroso e iones calcio, que actúa sobre microorganismos, eliminándolos. Su presentación es en estado sólido, ya sea en forma granulada, polvo o tabletas; y su aplicación es en solución acuosa.
11. Hipoclorito de sodio: sustancia química que se deriva en ácido hipocloroso e iones sodio, que actúa sobre microorganismos, eliminándolos. Su presentación y aplicación es en solución acuosa.
12. Límite Máximo Aceptable (LMA) es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.
13. Límite Máximo Permisible (LMP) es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano.

14. Patógeno: microorganismo capaz de producir enfermedades al ser humano.
15. Purificación: aplicación de procesos físicos, químicos o biológicos, y cualquier combinación de éstos; con el objeto de lograr la extracción o neutralización selectiva de sustancias o microorganismos indeseables en el agua para consumo humano.
16. Sistema de abastecimiento: estructura sistematizada de obras sanitarias, equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación, mantenimiento y conexas, cuyo objeto es la satisfacción de las necesidades de abasto de agua para consumo humano de un grupo de personas. Se incluyen en esta definición los sistemas que utilicen camiones cisterna para la distribución del agua.
17. Subproductos de la purificación: sustancias secundarias, resultantes de la aplicación de los procesos y métodos utilizados para la purificación del agua para consumo humano.
18. Tratamiento: conjunto de procesos y métodos físicos, químicos o biológicos tendientes a la obtención de agua para consumo humano en calidad de potable.
19. Turbiedad: propiedad física del agua, asociada a su falta de transparencia, debida a la presencia de partículas sólidas suspendidas. Las unidades de medida se denominan unidades nefelométricas de turbiedad.



Mazatenango, Suchitepéquez 15 de mayo del 2017

Inga. Agr. Iris Yvonne Cárdenas Sagastume.  
Coordinadora de carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local -IGAL-  
CUNSUROC

Respetable Inga. Cárdenas:

Muy respetuosamente me dirijo a usted para presentarle el Informe final de Investigación Inferencial titulado **“Evaluación del sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa”**, presentado por el estudiante: Kevin Froilan López Paz, quien se identifica con número de carné 201040801, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local –EPSIGAL-.

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 del normativo de trabajo de graduación, pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado Trabajo de Graduación, para obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente



Inga. Agr. Mirna Lucrecia Vela Armas  
Supervisora EPSIGAL

Mirna Lucrecia Vela A.  
Ingeniera Agrónoma  
Col. No. 3,944



Mazatenango, 31 de julio de 2017

Inga. Agra. Iris Yvonne Cárdenas Sagastume.  
Coordinadora de carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC


Respetable Inga. Cárdenas:

De la manera más atenta, me dirijo a usted, para informarle que, de acuerdo al artículo 9 del normativo de trabajo de graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la investigación titulada: "Evaluación del sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa": presentada por la estudiante Kevin Froilan López Paz, quien se identifica con CUI 22060413340920.

Por lo tanto, en mi calidad de revisor le informo que después de realizar el proceso para lo cual fui asignado y después de verificar la incorporación de las observaciones por parte del estudiante a la investigación, procedo a dar el visto bueno al documento para que continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente,



Allan Fernando Castro Czech  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Revisor de Trabajo de Graduación IGAL  
CUNSUROC

Allan Fernando Castro Czech  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 9873





Mazatenango 18 de agosto 2017

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Director  
Centro Universitario de Suroccidente

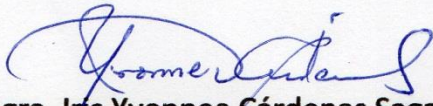
Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Evaluación del sistema de captación, conducción y distribución de agua para consumo humano de la aldea San José las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa**", del estudiante **Kevin Froilan López Paz** con carné número **201040801**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el Ingeniero Allan Fernando Castro Czech, revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que la estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular

  
Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume  
Coordinadora de Carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC





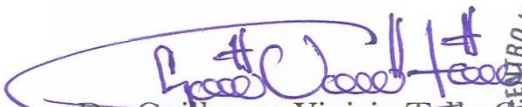
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO


## CUNSUROC/USAC-I-05-2017

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, el veintinueve de septiembre de dos mil diecisiete-----

ENCONTRÁNDOSE AGREGADOS AL EXPEDIENTE LOS DICTÁMENES DEL ASESOR Y REVISOR, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA ALDEA SAN JOSÉ LAS CABEZAS, ORATORIO, SANTA ROSA”, DEL ESTUDIANTE: KEVIN FROILÁN LÓPEZ PAZ, CARNÉ 201040801 DE LA CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Dr. Guillermo Vinicio Tello  
Director



/gris