



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL,
AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
ITZAPA, CHIMALTENANGO**

Carlos Daniel Gomez Chicas

Asesorado por el Ing. Jorge Mario Estrada Asturias

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL,
AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
ITZAPA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS DANIEL GOMEZ CHICAS

ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO ESTRADA ASTURIAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

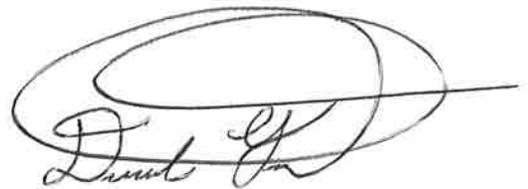
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL,
AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
ITZAPA, CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 27 julio de 2012.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Daniel Gomez Chicas', enclosed within a large, stylized oval scribble.

Carlos Daniel Gomez Chicas

Guatemala, 28 de enero de 2013

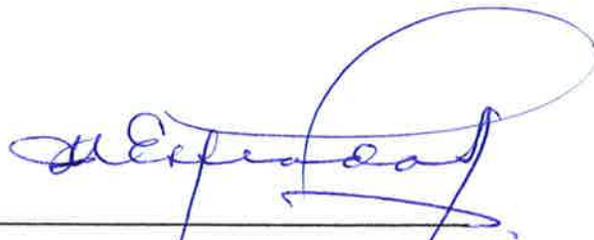
Ing. Q. Víctor Manuel Monzón
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Respetable Señor Director:

Por este medio hago constar que habiendo completado la asesoría del Informe Final de Trabajo de Graduación del estudiante Carlos Daniel Gomez Chicas, carné 2006-11029, titulado "**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL, AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO**", doy mi aprobación para que sea presentado para su autorización.

Sin nada más que agregar me suscribo de usted con las muestras de consideración y respeto.

Atentamente



Ing. Qco. Jorge Mario Estrada Asturias

Colegiado No. 685



Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico Col. 685
Profesor Titular
Escuela de Ing. Química USAC



Guatemala, 20 de febrero de 2013
Ref. EI.Q.TG-IF.009.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-043-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por el estudiante universitario: **Carlos Daniel Gómez Chicas**

Identificado con número de carné: **2006-11029**

Previo a optar al título de INGENIERO QUÍMICO.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL, AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Jorge Mario Estrada Asturias**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Jaime Domingo Carranza
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **CARLOS DANIEL GOMEZ CHICAS** titulado: "**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL, AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, marzo 2013

Cc: Archivo
VMMV/ale

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 218 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, INDUSTRIAL, AGRÍCOLA Y RECREACIONAL, SUMINISTRADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Daniel Gomez Chicas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 19 de marzo de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por regalarme el don de la vida y acompañarme en cada etapa de mi vida llenándome de bendiciones y prosperidad.
- Mis padres** Carlos Domerto Gómez Montufar y Miriam Aurora Chicas Tenas de Gómez, por su apoyo incondicional, amor, protección, valores inculcados y ser la principal motivación en mi vida.
- Mis hermanas** Claudia María y Marta Lucia Gómez Chicas, por su amor, consejos y apoyo incondicional.
- Mi novia** Sindy Cortés, por su amor, comprensión, consejos, apoyo incondicional y ser una luz en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por permitirme terminar mis estudios de manera satisfactoria y ser fuente inagotable de sabiduría.
- Mis padres** Por haberme dado la oportunidad de estudiar y acompañarme en todo momento de mi vida, mostrándome el camino correcto a seguir con sacrificio y honradez durante muchos años, dando siempre lo mejor de ellos.
- Mi asesor** Ing. Jorge Mario Estrada Asturias, por sus enseñanzas y colaboración para el correcto desarrollo de mi trabajo de graduación.
- Julio Noj** Por brindarme su amistad y su valiosa ayuda para llevar a cabo este trabajo de graduación.
- Mis amigos** Por todos esos momentos inolvidables que compartimos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Generalidades del agua	3
2.2. Ciclo hidrológico	3
2.3. Usos del agua.....	6
2.4. Impurezas en el agua	7
2.5. Agua para consumo humano.....	8
2.6. Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos	8
2.6.1. Análisis físico	9
2.6.1.1. Sabor y olor.....	9
2.6.1.2. Color	9
2.6.1.3. Turbiedad.....	10
2.6.2. Análisis químico	10
2.6.2.1. Dureza.....	10
2.6.2.2. Calcio	11
2.6.2.3. Magnesio.....	12
2.6.2.4. Nitrato.....	12

2.6.2.5.	Nitrito	12
2.6.2.6.	Hierro	13
2.6.2.7.	Temperatura	13
2.6.2.8.	Potencial de hidrógeno	13
2.6.2.9.	Conductividad	14
2.6.2.10.	Cloro residual.....	14
2.6.3.	Examen bacteriológico	15
2.6.3.1.	Prueba presuntiva.....	17
2.6.3.2.	Prueba confirmativa	17
2.6.3.3.	Expresión de los resultados.....	18
2.7.	Reglamentos para la calidad del agua potable	18
2.7.1.	Norma COGUANOR NGO 29 001	19
2.8.	Procesos de tratamiento	20
2.8.1.	Filtración	21
2.8.2.	Desinfección	21
2.8.2.1.	Cloración.....	21
2.8.2.2.	Yodo	22
2.8.2.3.	Bromo	22
2.8.2.4.	Ozono	22
2.9.	Usos industriales del agua	23
2.9.1.	Usos generales del agua en la industria.....	24
2.9.1.1.	Transferencia de calor	24
2.9.1.1.1.	Calentamiento.....	24
2.9.1.1.2.	Enfriamiento.....	24
2.9.2.	Aplicación del agua en los procesos industriales	25
2.9.2.1.	Agua como materia prima.....	26
2.9.2.2.	Transporte	28
2.9.2.3.	Agua para lavados.....	29
2.9.3.	Generación de energía	30

2.9.4.	Agua para usos generales	30
2.9.5.	Calidad del agua para uso industrial.....	31
2.9.6.	Impurezas presentes en el agua para uso industrial.....	31
2.10.	Índice de Langelier	34
2.11.	Agua para uso agrícola	35
2.12.	Agua para uso recreacional.....	35
3.	MARCO GEOGRÁFICO	37
3.1.	Localización del municipio de San Andrés Itzapa.....	37
3.2.	Extensión territorial, altitud, latitud y longitud.....	37
3.3.	Agua potable.....	39
4.	METODOLOGÍA.....	41
4.1.	Variables.....	41
4.2.	Delimitación del campo de estudio	42
4.3.	Recursos humanos disponibles	42
4.4.	Recursos físicos	43
4.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa	43
4.6.	Recolección y ordenamiento de la información	44
4.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información....	45
4.7.1.	Determinación de la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional.....	45
4.7.2.	Tabulación de los resultados	45
4.8.	Análisis estadístico	47
5.	RESULTADOS	49
6.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	53

6.1.	Determinación de la calidad del agua para consumo humano	53
6.1.1.	Análisis físicos	53
6.1.2.	Análisis químicos	54
6.1.3.	Análisis bacteriológico	56
6.2.	Determinación de la calidad del agua para su uso en la industria	57
6.2.1.	Dureza del agua	57
6.2.2.	Índice de Langelier	58
6.2.3.	Norma CATIE	58
6.3.	Determinación de la calidad del agua para uso agrícola	59
6.4.	Determinación de la calidad del agua para uso recreacional	60
CONCLUSIONES		61
RECOMENDACIONES		63
BIBLIOGRAFÍA		65
APÉNDICES		67
ANEXOS		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	El ciclo del agua en el municipio de San Andrés Itzapa.....	5
2.	Mapa del municipio de San Andrés Itzapa.....	38
3.	Diagrama de flujo de la determinación de la calidad del agua.....	44

TABLAS

I.	Clasificación de la dureza del agua.....	11
II.	Viviendas ubicadas en el área urbana de San Andrés Itzapa.....	39
III.	Aforos de nacimientos y pozo mecánico en servicio.....	40
IV.	Determinación de variables.....	41
V.	Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua requeridas para los tres nacimientos y el pozo mecánico.....	46
VI.	Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento La Toma.....	49
VII.	Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento La Chorrera.....	50
VIII.	Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento Xipacay.....	51
IX.	Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del pozo mecánico.....	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CaCO₃	Carbonato de calcio
Cl⁻	Cloro residual
Ca	Concentración de calcio
Mg	Concentración de magnesio
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
Fe	Hierro
LMA	Límite máximo aceptable
LMP	Límite máximo permisible
X	Media o promedio de un conjunto de datos
<	Menor que
µS/cm	Micro Siemens por centímetro
mg/l	Miligramos por litro
ml	mililitro
NO₃⁻	Nitrato
NO₂⁻	Nitrito
NMP/100 ml	Número más probable de bacterias por cada cien ml
ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
u	Unidades de color verdadero en la escala platino - cobalto
UNT	Unidades nefelométricas de turbiedad

GLOSARIO

Agua corrosiva	Tipo de agua que tiende a disolver precipitados de carbonato de calcio y metales.
Agua incrustante	Tipo de agua que puede provocar precipitaciones de carbonato de calcio.
Agua potable	Es el agua que cumple con las características de calidad que se especifican en la norma COGUANOR NGO 29 001, es adecuada para consumo humano.
Calidad del agua	Son aquellas características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales se puede determinar si el agua es adecuada para diferentes usos.
CATIE	Siglas del centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.

Coliformes totales

Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas.

Conductividad

Capacidad de una sustancia de conducir o no electricidad.

Dureza total

Es la medida de la concentración total de calcio y magnesio expresada como miligramos por litro de carbonato de calcio.

Escherichia Coli

Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptófano. Es el indicador más preciso de contaminación fecal.

Límite Máximo Aceptable (LMA)

Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

Límite Máximo Permisible (LMP)

Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano.

Potencial de hidrógeno

Es el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno.

RESUMEN

Este estudio consistió en determinar la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional de tres nacimientos y un pozo mecánico en San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Para realizar dicho estudio se procedió a la toma de muestras durante cuatro meses, cuatro muestras por mes, para un total de dieciséis muestras. A todas las muestras se le realizaron análisis físicos, químicos y bacteriológicos, posteriormente los resultados de dichos análisis se compararon con la norma para agua potable COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2, la norma CATIE para el uso del agua en la industria y rangos usuales de la calidad del agua para uso agrícola y recreacional.

Se realizaron pruebas de olor, sabor, color, turbiedad, pH, conductividad, nitrito, nitrato, hierro total, calcio, magnesio, dureza, cloro residual, coliformes totales y *Escherichia Coli*, con base en los resultados se determinó que física y químicamente el agua cumple con los requisitos establecidos por la norma de agua potable COGUANOR NGO 29 001 pero bacteriológicamente no cumple con las especificaciones establecidas por la norma ya que las pruebas bacteriológicas son el mayor indicador de contaminación en el agua, por lo tanto no apta para consumo humano.

El uso del agua para la industria se determinó por medio de la dureza del agua, el Índice de Langelier y el pH, valores que fueron comparados con la norma CATIE.

El agua para uso agrícola cumple con la mayoría de especificaciones a excepción de la dureza y el cloro residual, para uso recreacional se determinó que no es apta debido a la contaminación bacteriológica que existe en todas las aguas que se suministran en el municipio.

OBJETIVOS

General

Determinar la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional, en los tres nacimientos de agua y un pozo mecánico, por medio de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con base en la Norma COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2 y normas de agua para uso industrial, agrícola y recreacional vigentes.

Específicos

1. Determinar si la calidad del agua para consumo humano cumple con la norma para agua potable COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2 con base en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.
2. Determinar si el agua es adecuada para el uso en procesos industriales según normas vigentes.
3. Determinar el Índice de Langelier para evaluar el comportamiento corrosivo e incrustante del agua.
4. Determinar si la calidad del agua es adecuada para riego en la agricultura.
5. Determinar si el agua cumple con los criterios de calidad admisibles para su uso recreacional.

HIPÓTESIS

a) Hipótesis de trabajo

La calidad del agua que se suministra a la población proveniente de tres nacimientos y un pozo mecánico en el municipio de San Andrés Itzapa en el departamento de Chimaltenango es apta simultáneamente para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional.

b) Hipótesis alternativa

Al menos para uno de los usos, industrial, agrícola, recreacional y consumo humano, el agua que se suministra en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, cumple con los requerimientos de calidad.

INTRODUCCIÓN

El agua como solvente universal es muy importante en la vida diaria del ser humano, animal y vegetal, su uso en la industria es muy importante ya que en la mayoría de procesos industriales es usada como fluido principal como por ejemplo cervecerías, bebidas carbonatadas, jugos, destilerías, textiles, etc. El Índice de Langelier es de gran utilidad para evaluar el comportamiento corrosivo e incrustante del agua y posibles daños a equipos usados en la industria en general.

En el municipio de San Andrés Itzapa no se cuenta con información de la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional, dicha información es muy útil tomando en cuenta el crecimiento de la población, la demanda de agua de buena calidad aumenta cada vez más.

La calidad del agua sólo se puede determinar por medio de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas de la misma. La industria en crecimiento y la agricultura deben examinar con sumo cuidado las limitaciones que puede imponerle el agua y considerar seriamente el máximo aprovechamiento de la misma tomando en cuenta la calidad de agua que se requerirá en nuevas aplicaciones, dado que la concentración de impurezas en los abastecimientos de agua aumenta en forma constante.

El agua de buena calidad es de vital importancia para todos los habitantes que la utilizan en sus hogares, en la industria, en la agricultura y en la recreación ya que puede ocasionar severos daños a la salud de los consumidores, los cultivos, equipos y procesos industriales.

1. ANTECEDENTES

En el municipio de San Andrés Itzapa, el suministro de agua no tiene un control específico de la calidad del agua por lo que fue necesario determinar la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional. En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y para ser más específico en la Escuela de Ingeniería Química, se han realizado varios estudios de la determinación de la calidad del agua en la ciudad capital y en el interior del país, pero a pesar de todo no se cuenta con un estudio sobre la calidad del agua en el municipio de San Andrés Itzapa. A continuación se mencionan algunos de los estudios realizados.

- En 2008, Marco Junio Villar Alvarado realizó el estudio de graduación titulado: Determinación cuantitativa de la agresividad y dureza total del agua subterránea de uso industrial, en el área metropolitana de Guatemala (Región I), a través del Índice de Langelier considerando iones ajenos al sistema carbonato, en donde determinó que el agua subterránea en general de la ciudad capital y área metropolitana tiende a ser corrosiva a excepción de algunas zonas del noreste muestran agua ligeramente incrustante.
- En 2005, Rita Yesenia Solórzano Ponce realizó el estudio de graduación titulado: Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial proveniente de la planta de tratamiento la carbonera, municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, Guatemala, el cual determinó que el agua proveniente de dicha planta es apta para el consumo humano y para el uso de alimentos en general, sin embargo para

la industria del papel, tenería y textil no es apta sin previo tratamiento ya que puede corroer los equipos.

- En el 2004, Byron Marel Gramajo Cifuentes realizó el estudio de graduación titulado: Determinación de la calidad del agua para consumo humano e industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala, el cual concluyó que el agua obtenida en 4 pozos mecánicos de la zona es adecuada para el consumo humano y para uso industrial en general a excepción de cervecerías, destilerías y calderas ya que no cumple con los requerimientos necesarios para esas industrias.
- En 1999, Jorge Luis Lee Almengor realizó el trabajo de tesis titulado: Calidad del agua para consumo humano que suministra la Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA): determinaciones, análisis e índices de calidad, en el que concluyó que el agua física, química y bacteriológicamente es potable.
- En 1996, Milton Lisandro Cifuentes Hidalgo realizó el trabajo de tesis titulado: Determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para evaluar la calidad de agua para consumo humano y su uso industrial en la población de Nuevo San Carlos, Retalhuleu, en el que concluyó que el agua bacteriológicamente no es potable y representa un riesgo para la salud de consumidor, tampoco es apta para la industria de bebidas y alimentos sin un previo acondicionamiento y que el agua es de carácter corrosivo.

2. MARCO TEÓRICO

El agua es muy importante en la vida diaria del ser humano, uso en la industria, agrícola y recreacional, es el solvente universal y por lo tanto a continuación se dan a conocer sus generalidades, características y usos.

2.1. Generalidades del agua

El agua es un compuesto que está formado por los elementos hidrógeno (H_2) y oxígeno (O) y su fórmula estequiométrica es H_2O , es un líquido incoloro, inodoro e insípido, también es el compuesto principal de la materia viva y constituye del 50 al 90 % de la masa de los organismos vivos.

Químicamente pura es un líquido extremadamente escaso y difícil de obtener, debido a que es un solvente casi universal y en el que, prácticamente, todas las sustancias son solubles hasta cierto punto, a presión atmosférica, su punto de congelación es de $0^{\circ}C$ y su punto de ebullición de $100^{\circ}C$. Se puede encontrar en tres estados: gaseoso, líquido y sólido y su importancia físico química es tal, que las temperaturas de transformación de un estado en otro han sido tomadas como puntos fijos.

2.2. Ciclo hidrológico

El agua sigue un ciclo natural por el cual cambia de estado, este ciclo se denomina Ciclo Hidrológico y es a través de él que el agua obtiene sus distintos contaminantes. Se produce vapor de agua por evaporación en la

superficie terrestre y en las masas de agua, y por transpiración de los seres vivos.

Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve. Al llegar a la superficie, el agua sigue dos trayectorias, en cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los ríos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas.

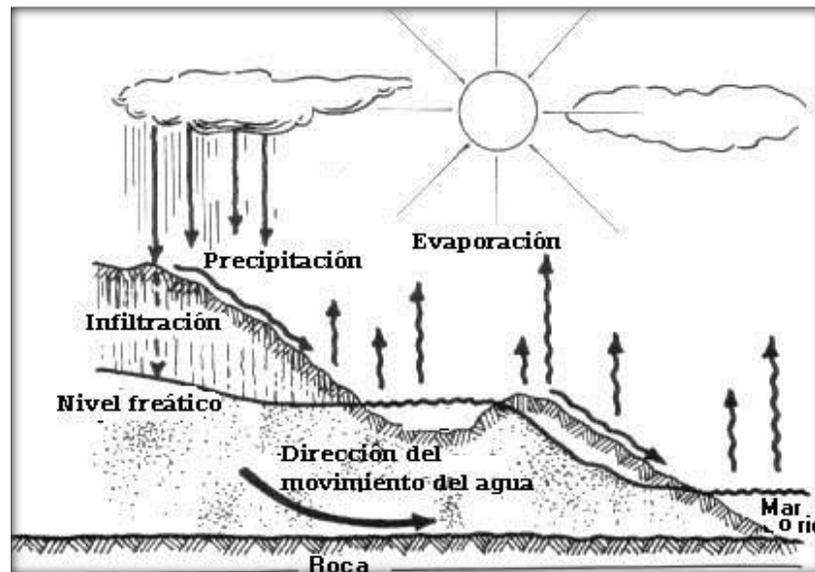
La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. En condiciones normales, el nivel freático crece de forma intermitente según se va rellenando o recargando y luego declina como consecuencia del drenaje continuo en desagües naturales como son los manantiales. El agua que se aprovecha del ciclo hidrológico se divide en tres tipos de fuentes:

- Fuentes de agua atmosférica: se refiere al agua que constituye la humedad de las nubes y que se precipita en forma de nieve, granizo y lluvia.
- Fuentes de agua superficial: se refiere al agua contenida en los océanos, mares, lagos, ríos y pantanos.

- Fuentes de agua profunda o subterránea: se refiere al agua subterránea que se acumula cuando todos los pozos del suelo o las rocas se saturan de materiales, es el agua de manantiales y galerías de infiltración.

A continuación se muestra una figura con el ciclo del agua en el municipio de San Andrés Itzapa.

Figura 1. **Ciclo del agua en el municipio de San Andrés Itzapa**



Fuente: <http://www.jmarcano.com/nociones/ciclo1.html>. Consulta: 15 de enero de 2013.

Cuando la precipitación atmosférica alcanza el suelo, se divide en varias partes que prosiguen la fase terrestre del ciclo hidrológico siguiendo diferentes caminos. De la cantidad total anual de 2,500 mm de precipitación sobre la superficie, cerca de 1,100 mm se convierten en escorrentía superficial y recarga de acuíferos (agua azul) y se estima que unos 1,400 mm quedan almacenados en el suelo y más tarde vuelven a la atmósfera a través de la evaporación y la

transpiración de las plantas (agua verde). El volumen de escorrentía se estima en 1.5 millones m³/año.

2.3. Usos del agua

El agua juega un papel primordial en el desarrollo de los seres vivos sobre la tierra, pudiéndose decir que es la base de la vida. Ejerce una gran influencia en el desarrollo del ser humano, dependiendo del uso se puede clasificar en:

- Para consumo humano: se refiere al agua que se usa para cocinar, beber y para uso doméstico.
- Para uso industrial: se dice, el 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.
- Para uso agrícola: es el agua que se utiliza para riego y lavado de productos agrícolas.
- Para uso público: se refiere al agua que se utiliza en la demanda de incendios, higiene de la población, fuentes, bebederos, etc.

Para la mayoría de estos usos es primordial la calidad del agua, ya que ligeras variaciones en el contenido de alguna de las sustancias presentes puede alterar su calidad, y la puede convertir en inutilizable sin previo tratamiento y a veces altamente peligrosa para la salud.

2.4. Impurezas en el agua

El agua durante su condensación y precipitación, en forma de lluvia o nieve absorben de la atmósfera cantidades variables de dióxido de carbono y otros gases, así como pequeñas cantidades de materia orgánica e inorgánica.

El agua al circular por encima y a través de la corteza terrestre, reacciona con los minerales del suelo y de las rocas. Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son bicarbonato de sodio y potasio, y los óxidos de calcio y magnesio.

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. Las impurezas que vuelven insegura o de una u otra forma inutilizable son los siguientes:

- Físicas: el material suspendido causa turbiedad y con esto imparte color, sabor y olor a la misma.
- Químicas: los minerales causan dureza y otros efectos. Los gases disueltos son los causantes de la acidez o alcalinidad.
- Microbiológicas: los microorganismos son los causantes de enfermedades o impartir color, sabor y olor al agua.

2.5. Agua para consumo humano

El agua libre de microorganismos patógenos y sustancias químicas perjudiciales para la salud se denomina potable, el agua que contiene desperdicios domésticos o industriales se denomina agua no potable o contaminada.

El agua que se designa para consumo humano debe de cumplir con los requisitos establecidos en la Norma COGUANOR NGO 29 001 y de ser necesario algún tratamiento deberá de aplicarse antes de su distribución.

Estos tratamientos pueden ser de varios tipos y se determinan según los resultados de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas. Todo sistema de agua potable debe de llevar regularmente una investigación sanitaria, que consiste en la inspección de la fuente sin tratar y las condiciones que influyen en su calidad, las operaciones de la planta purificadora o la construcción del pozo, la inspección del mecanismo para la distribución del líquido a los consumidores.

2.6. Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos

Los análisis físicos y químicos indican si el agua está contaminada y proporciona también otros parámetros útiles pero no es lo suficientemente precisos para detectar pequeños grados de contaminación con aguas negras, ya que no es suficiente con las pruebas anteriormente mencionadas se realizan las pruebas bacteriológicas, siendo específicas para revelar cualquier contaminación. La Norma COGUANOR NGO 29 001 establece los LMP de calidad para determinar si es apta para el consumo humano por medio de parámetros físicos y químicos (inciso 5.4, numeral E2).

2.6.1. Análisis físico

Las pruebas organolépticas ayudan a analizar el agua relacionando parámetros que pueden ser medidos de esta forma y comparándolos con las normas establecidas.

2.6.1.1. Sabor y olor

Estos usualmente se examinan en conjunto, debido a la presencia de materia orgánica descompuesta, algunos tipos de microorganismos y compuestos químicos volátiles. El agua de buena calidad debe ser carente de olor y sabor. El olor y el sabor pueden ser debidos a la presencia de compuestos químicos como: fenoles y el cloro, o a materias orgánicas en descomposición o ciertos organismos. Los olores y sabores desagradables convierten a las aguas en no aptas para muchos procesos industriales. Estas son intolerables en bebidas y productos alimenticios ya que la calidad de dichas bebidas o productos alimenticios será muy baja, y se objeta también en materias textiles, papel, y otros procesos en que se absorba el olor.

2.6.1.2. Color

Generalmente es derivado de hojas, semillas y otra sustancia orgánica similar, pero algunas veces es causado por la presencia de hierro combinado con materia orgánica. El color verdadero del agua se debe a la presencia de material en solución, pero este color puede cambiar a un color aparente por el efecto de partículas que están en suspensión. Para el análisis de color sólo el color verdadero es importante, y las partículas en suspensión deben ser removidas antes de que se realicen los análisis de color, esto se realiza por medio de centrifugación.

El color se encuentra principalmente en las aguas superficiales o en algunos pozos poco profundo y manantial. Las aguas muy coloreadas son aptas para muchos procesos industriales y en general, no se aceptan para agua de alimentación de calderas ni para el consumo humano.

2.6.1.3. Turbiedad

La turbiedad es causada por cualquier impureza soluble finamente dividida en forma coloidal, cualquiera que sea su naturaleza, suspendida en el agua y que disminuya su claridad. Es la medida de la opacidad del agua comparada con ciertos estándares establecidos, la alta turbiedad en cualquier suministro de agua es indeseable para usos prácticos, excepto posiblemente para ciertos tipos de condensación de superficie. El agua es turbia cuando ésta tiene en suspensión muchas partículas finas de polvo, arena y ocasionalmente microorganismos que le dan una apariencia lodosa, se puede determinar a partir de métodos ópticos.

2.6.2. Análisis químico

Por medio de este análisis se determina el contenido de sales minerales y materia orgánica, para compararlo contra los estándares y poder determinar su calidad, usos y cualquier proceso a que deba ser sometida.

2.6.2.1. Dureza

Es una característica del agua que representa la concentración total de calcio y magnesio expresada como carbonato de calcio (CaCO_3) y carbonato de magnesio (MgCO_3). La dureza puede ser dureza de carbonatos o de no

carbonatos, la primera se refiere a carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio, y la segunda a sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio.

La dureza es usualmente expresada en partes por millón (ppm o mg/l) de carbonato de calcio. La dureza total se mide determinando la cantidad de carbonato de calcio equivalente al total de calcio y magnesio contenida en el agua, y algunas veces por el hierro y aluminio contenido. En términos de dureza las aguas pueden clasificarse como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla I. **Clasificación de la dureza del agua**

Dureza (mg/L de CCaO_3)	Clasificación del agua
0.0 – 50.0	Suave
50.0 – 150.0	Moderadamente dura
150.0 – 300.0	Dura
> 300	Muy dura

Fuente: GRAMAJO CIFUENTES, Byron Marel. *Dureza del agua*. p. 50.

2.6.2.2. Calcio

El calcio es el quinto elemento en orden de abundancia en la corteza terrestre, su presencia en las aguas naturales se debe al su paso sobre depósitos de piedra caliza, yeso y dolomita.

La cantidad de calcio puede variar desde cero hasta varios cientos de mg/l, dependiendo de la fuente y del tratamiento del agua. Las aguas que contienen cantidades altas de calcio y de magnesio, se les da el nombre de aguas duras.

2.6.2.3. Magnesio

El magnesio y otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, y el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda.

Los metales de magnesio no están afectados por el agua a temperatura ambiente. El magnesio generalmente es un elemento poco reactivo, pero su reactividad aumenta con niveles de oxígeno. Además el magnesio reacciona con el vapor de agua para dar lugar a hidróxido de magnesio y gas hidrógeno:



Los iones magnesio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado magnesio o calcio.

2.6.2.4. Nitrato

Debe de tenerse cuidado cuando están fuera de los límites por su posibilidad de reducirse a nitritos. El exceso produce metahemoglobinemia en niños menores de cinco años.

2.6.2.5. Nitrito

En lo que respecta a nitritos las aguas que los contengan se debe de sospechar de su potabilidad. En las superficiales se encuentran cuando están contaminadas con aguas negras o residuos orgánicos.

En las aguas subterráneas se pueden encontrar a veces, la presencia de nitritos y estos hacen que el agua no sea potable. Además que su presencia indica una polución con la consiguiente presencia de microorganismos patógenos, presenta una cierta toxicidad como consecuencia de su acción metahemoglobizante e hipertensiva.

2.6.2.6. Hierro

El hierro está presente en el agua en estado ferroso o férrico, y éstos son solubles, insolubles o coloidales. Se encuentra disuelto en muchas aguas naturales, principalmente en las aguas subterráneas, ya que las sales solubles son en general las ferrosas. Entre ellas se encuentra disuelto en forma de bicarbonato ferroso ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$). El hierro también da origen a microbios que presentan acumulaciones de óxido férrico en las canalizaciones y los depósitos.

2.6.2.7. Temperatura

La temperatura no es de importancia sanitaria, se considera que una temperatura arriba de 10°C es satisfactoria pero más de 25°C no es aceptable para consumo humano.

2.6.2.8. Potencial de hidrógeno

La mayoría de las aguas naturales tiene valores de pH entre 5.5 – 8.6. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. EL agua con pH menor que 6.0 es muy fuerte para los metales.

Al aumentar las concentraciones de hidrógeno, aumenta el poder corrosivo sobre el metal. Son dos los métodos generales usados para determinar el valor del hidrogeno, el método colorimétrico el cual emplea indicadores, substancias que exhiben diferentes colores de acuerdo con el pH de la solución, y el método electrométrico en el cual se mide el potencial de un electrodo sensitivo a pH con referencia a un electrodo estándar. Para estimaciones aproximadas el método colorimétrico es adecuado, especialmente en el terreno, pero para determinaciones de laboratorio el método estándar es el electrométrico, el cual se considera como un método físico, a diferencia del colorimétrico que es químico.

2.6.2.9. Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica. Depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. La forma más usual de medir la conductividad en aguas es mediante instrumentos comerciales de lectura directa en microhmios a 25°C.

2.6.2.10. Cloro residual

El cloro no es sólo un poderoso desinfectante, sino que también satisface otras necesidades en las plantas potabilizadoras de agua. Puede reaccionar con amoníaco, hierro, sustancias proteicas y algunas sustancias productoras de sabores y olores mejorando las características del agua potabilizada.

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.

2.6.3. Examen bacteriológico

Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos o por parásitos son el riesgo para la salud más común y difundida que lleva consigo el agua de bebida. El agua tratada o sin tratar que circula por un sistema de distribución no debe contener ningún microorganismo que puede ser de origen fecal.

Los principales organismos indicadores de contaminación fecal son la *Escherichia Coli*, las bacterias termo resistentes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de clostridia reductores del sulfito. La presencia de gérmenes del grupo coliforme, ha de considerarse como un indicio de contaminación fecal más o menos reciente.

La presencia de *Escherichia Coli* debe de considerarse como indicio seguro de contaminación fecal reciente y por tanto peligrosa, que exige la aplicación de medidas urgentes. Las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación de origen fecal o presencia de los gérmenes del grupo coliforme.

Las tolerancias para estos parámetros dependen del tipo de aplicación que se le va a dar el agua. Los estreptococos fecales son bacterias entéricas que viven en el intestino de los animales de sangre caliente y del hombre, su

presencia en el agua indica contaminación fecal. El grupo Coliforme es básicamente formado por la bacteria *Escherichia Coli*.

El grupo coliforme se divide a su vez en dos; si el grupo está formado por las bacterias anteriormente mencionadas, se denomina Grupo Coliforme Total. Si el grupo está formado únicamente por la bacteria *Escherichia Coli*, se denomina Grupo Coliforme Fecal. Las características del Grupo Coliforme, se detallan a continuación:

Bacilos aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados, Gram negativos, no esporulados fermentan la lactosa con producción de ácido y gas de 24 a 28 horas a las temperaturas siguientes:

- 35 ± 0.5 °C para el Grupo Coliforme Total
- 44 ± 0.2 °C para el Grupo Coliforme Fecal

El examen bacteriológico consiste en investigar la presencia o ausencia del grupo coliforme total y fecal, por el método de los tubos de fermentación por diluciones múltiples, el cual se expresa por el número más probable en 100 ml; (NMP/100 ml) el cual se basa en las leyes probabilísticas.

La presencia de microorganismos del grupo coliforme indica una alta posibilidad de presencia de organismos patógenos en el cuerpo de agua, estos no se aíslan en el examen por las siguientes razones:

- Lo más probable es que los gérmenes patógenos lleguen al agua esporádicamente y no sobreviven en ella durante largo tiempo, por ende, pueden no encontrarse en la muestra enviada al laboratorio.

- Si existen en muy pequeño número es fácil que escapen a las técnicas de investigación.

Para obtener los resultados buscados, se realizan a las muestras recolectadas las siguientes pruebas:

2.6.3.1. Prueba presuntiva

La prueba presuntiva consiste básicamente en sembrar volúmenes apropiados de la muestra de agua en tubos con un medio de cultivo de caldo lactosado y observar si se produce gas después de un período de incubación de 24 – 48 horas a 35 °C. La ausencia de gas después de 48 horas es prueba de que no existen bacterias coliformes en la muestra analizada y constituye prueba negativa.

La presencia de gas en los tubos de caldo lactosado constituye una prueba positiva, pero no necesariamente confirma la presencia de coliformes, ya que existe la posibilidad que la formación de gas se deba a otro tipo de microorganismo que no constituyen índices de polución. Por tal razón es necesario analizar la prueba confirmativa.

2.6.3.2. Prueba confirmativa

Consiste básicamente en inocular todos los tubos que den un resultado positivo en la prueba presuntiva, en un medio de cultivo adecuado que depende del grupo coliforme a investigar.

Las condiciones a las cuales se llevan a cabo estas determinaciones, se pueden observar en las características del grupo coliforme descritas

anteriormente. Al igual que la prueba presuntiva, la ausencia de gas después del período de incubación constituye una prueba negativa y la presencia de gas una prueba positiva con la diferencia de al ser positiva la prueba, confirma la presencia del grupo coliforme que se haya investigado.

2.6.3.3. Expresión de los resultados

Dado que el método de los tubos de fermentación por diluciones múltiples se basa en leyes probabilísticas, los resultados se expresan por medio de un índice denominado NMP (Número Más Probable), que representa una evaluación de gérmenes coliformes existente en 100 ml de agua. Este número se obtiene de las diversas combinaciones de resultados positivos y negativos que se obtienen de la prueba confirmativa del examen bacteriológico realizado por este método. El cálculo del índice se hace en dos supuestos:

- Que los gérmenes estén repartidos al azar en el agua
- Que se obtenga una reacción positiva sólo si la porción de agua analizada contiene uno o más gérmenes.

2.7. Reglamentos para la calidad del agua potable

Existen lineamientos para establecer los límites adecuados o máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

2.7.1. Norma COGUANOR NGO 29 001

Actualmente se conocen los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos mediante los cuales se determina la calidad del agua, estos a su vez, tienen asociados valores cualitativos y cuantitativos, que deben estar comprendidos entre los límites que el estudio y la experiencia ha encontrado necesario o tolerable para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas.

En Guatemala han sido escritas todas estas normas y son publicadas por la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, y las denomina Norma COGUANOR NGO 29 001 y contiene las especificaciones para agua de consumo humano.

Existen dos valores que definen los límites máximos y permisibles aceptables para las concentraciones de sales y para los datos físicos como color, olor, turbiedad, color, etc.

- Límite Máximo Aceptable (LMA): se refiere al límite arriba del cual el valor de cualquier característica de calidad del agua indica que el agua pasa a ser rechazable para el consumidor, pero no implica daños a la salud del mismo.
- Límite Máximo Permisible (LMP): se refiere al límite arriba del cual el valor de cualquier característica de calidad del agua indica que el agua no es adecuada para el consumo humano.

2.8. Procesos de tratamiento

Al decidir qué procesos de tratamiento se utilizarán en un caso concreto, se debe tener en cuenta el tipo de fuente y la calidad del agua procedente de ésta. La intensidad del tratamiento dependerá del grado de contaminación en la fuente. Si ésta está contaminada, es especialmente importante que el tratamiento oponga múltiples barreras a la difusión de los organismos patógenos, garantizando así un alto grado de protección y evitando la dependencia de un solo proceso. Las fuentes de agua subterráneas, como los manantiales y pozos, han de situarse y construirse de tal manera que queden protegidos contra el desagüe de aguas superficiales y las inundaciones.

Deben erigirse vallas en torno a ellas para impedir el acceso del público y se las debe mantener libres de basura. Se ha de cuidar asimismo de que el terreno esté en pendiente para evitar que se formen charcos cuando llueva. La protección de las aguas superficiales que corren al aire libre plantea problemas, es posible proteger un depósito contra las actividades humanas que pueden influir negativamente en la calidad del agua pero, en el caso de un río, quizá sólo se pueda proteger una extensión limitada o ni siquiera eso.

Con frecuencia, hay que aceptar los usos actuales o tradicionales de un río o un lago y prever el tratamiento en consecuencia. La finalidad fundamental del tratamiento del agua es proteger al consumidor contra los agentes patógenos y las impurezas que puedan resultarle desagradables o ser perjudiciales para su salud. Los tratamientos recomendados para distintas fuentes a fin de obtener agua con un riesgo insignificante de causar enfermedades se dan a conocer a continuación para aguas superficiales y subterráneas.

2.8.1. Filtración

La remoción de sólidos suspendidos, al pasar el agua a través de un medio poroso, es principalmente una acción mecánica. Muchas partículas no pasan por los intersticios del filtro a causa de su tamaño, esta acción sola, sin embargo, puede no dar una clarificación completa.

2.8.2. Desinfección

El término de desinfección se aplica a aquellos procesos en los cuales microorganismos patógenos pero no sus esporas, son destruidos. El propósito primario de la desinfección del agua es el de impedir la diseminación de enfermedades hídricas.

2.8.2.1. Cloración

El cloro es ampliamente usado como desinfectante se debe a las razones siguientes:

- Está disponible como gas, líquido o en forma granular
- Es relativamente barato
- Es fácil de aplicar porque tiene una solubilidad alta
- En concentraciones bajas deja un residual en solución
- Es agente oxidante poderoso
- Es altamente corrosivo en solución

El cloro ha sido usado principalmente como desinfectante para el control de microorganismos en aguas de consumo, aguas residuales, piscinas, lodos, etc., así como oxidante para la oxidación de hierro, para control de olores y

sabores, oxidación de sulfuros, remoción de amoníaco, color orgánico y oxidación de cianuros. El ácido hipocloroso HOCl es el desinfectante más efectivo.

2.8.2.2. Yodo

De los cuatro halógenos es el de mayor masa atómica y el menos soluble en agua, así como el menos hidrolizable y el de menor potencial de oxidación. Por las características anteriores, los residuales de yodo son más estables y persisten más tiempo en presencia de materiales orgánicos o sustancias oxidables por los demás halógenos. Se ha encontrado que la acción bactericida del yodo es en general similar a la del cloro en cuanto a la influencia de la temperatura y del pH, pero en las mismas condiciones se requiere dosis más altas de yodo para obtener los mismos resultados de mortalidad.

2.8.2.3. Bromo

Tiene características químicas y desinfectantes similares a las del cloro, sin embargo parece poco probable que reemplace al cloro puesto que es más costoso y comercialmente es más escaso.

2.8.2.4. Ozono

El ozono, O₃, es una forma alotrópica del oxígeno producido mediante el paso de oxígeno o aire seco a través de una descarga eléctrica de 5,000 – 20,000 V, 50 – 500 hz, con un consumo energético de 10 – 25 KWh/ kg de O₃. Es un gas azul, muy tóxico e inestable, con olor picante de heno recién segado, y uno de los más potentes germicidas usados en tratamiento de aguas.

Las ventajas del ozono radican en su alta efectividad germicida, su habilidad para remover muchos problemas de color, olor y sabor, su potencia no se ve alterada por los compuestos de amoníaco ni por el pH.

2.9. Usos industriales del agua

Al seleccionar los sitios de instalación de plantas industriales, deben considerarse los suministros de agua y deben ser:

- Suficientemente abundantes para cubrir los requerimientos presentes y futuros.
- Disponibles a suficientes niveles de flujo y presiones para satisfacer la máximas demandas y proveer una protección adecuada contra incendios.
- De calidad apropiada para los usos finales

La industria utiliza el agua para elaborar productos, enfriamiento y generación de vapor, lavado, clasificación y traslado de materiales, etc. Los alimentos elaborados en general y bebidas requieren agua de alta calidad, aunque también usan agua para la disposición de sus desechos.

No obstante que los usos industriales del agua son muy diversos, y están en gran medida condicionados por lo que produzcan, se considera que las principales aplicaciones son: generación de vapor, enfriamiento y procesamiento. Los diferentes procesos en que interviene el agua, tales como el transporte y lavado, pueden aplicarse en muy diversas industrias que no tienen ninguna relación entre sí.

2.9.1. Usos generales del agua en la industria

El agua en la industria es usada como medio para calentamiento, enfriamiento, materia prima, transporte, lavado y generación de energía por lo que es necesario describir cada uno de los usos mencionados anteriormente.

2.9.1.1. Transferencia de calor

La industria capitaliza la gran capacidad calorífica del agua para aprovecharla en unidades de procesos económicos para calentamiento o enfriamiento.

2.9.1.1.1. Calentamiento

El método más común para suministrar calor a las diversas áreas de un complejo industrial es la generación de vapor. El vapor se produce mediante un combustible en una estación generadora central y se distribuye a toda la planta a presión y velocidad relativamente altas. La temperatura en cada unidad se controla regulando el flujo a la presión.

Además de las calderas en que se genera vapor aprovechado el calor de combustión del carbón, petróleo y del gas, existen otras en donde se produce vapor mediante la combustión de productos de desecho o recuperado el calor de algún proceso que se lleve a cabo a alta temperatura.

2.9.1.1.2. Enfriamiento

Durante muchos años se ha utilizado la circulación del agua en equipos de enfriamiento. El volumen de líquido que debe extraerse de una fuente de agua

dulce para abastecer un sistema de enfriamiento, puede reducirse considerablemente si se utiliza una torre de enfriamiento, al pasar el agua a través de una torre de enfriamiento y recircularla al sistema, se lograría una notable disminución en el consumo.

Esto es posible debido al alto calor de vaporización del agua, que permite enfriar el agua recirculada más o menos 18 °C (10 °F) por cada uno por ciento evaporado.

La temperatura a la que se puede enfriar el agua recirculada está limitada por la temperatura de bulbo húmedo del aire que se utiliza para inducir la evaporación. La temperatura del agua recirculada casi siempre será mayor que la de la fuente original. En la industria química es frecuente que se hagan circular corrientes calientes de hidrocarburos gaseosos a través de un rocío de agua, lo que sirve para enfriar el vapor de alta temperatura, para condensar las fracciones pesadas y lavar simultáneamente el material indeseable.

El enfriamiento de procesos representa el mayor uso del agua. La industria química es de las que más usan agua, se usa en enfriamiento de procesos, enfriamiento de condensadores, en el proceso en sí y en alimentación de calderas. En muchas reacciones químicas se genera calor y el reactor es enfriado para que la temperatura se mantenga en el límite deseado. Otras reacciones químicas requieren calor, el cual se obtiene del propio vapor generado en las plantas en la mayor parte de casos.

2.9.2. Aplicación del agua en los procesos industriales

En los procesos industriales el agua realiza importantes funciones, entre las que se destaca el uso como materia prima, para transportar materiales y en

procedimientos de lavado, también en muchas otras aplicaciones que pueden ser exclusivas de un solo tipo de industria e incluso de una sola planta.

2.9.2.1. Agua como materia prima

El agua se utiliza como materia prima en gran cantidad de industrias, entre las que se pueden mencionar los siguientes ejemplos:

Hay una gran cantidad de reacciones químicas industriales en las que el agua es materia prima, puede mencionarse el caso del proceso de obtención de sosa cáustica a partir la reacción entre el sodio metálico y el agua.

En algunos procesos las reacciones se desarrollan en la fase de vapor, como por ejemplo, en la primera reacción del proceso de elaboración de amoníaco, en donde el vapor de agua reacciona con el metano del gas natural para producir el hidrógeno necesario para la siguiente reacción y monóxido de carbono. En esta reacción el oxígeno se separa de la molécula de agua.

En la industria de bebidas embotelladas, el agua de alta calidad constituye la mayor parte del producto terminado. También es parte del producto terminado en la elaboración de la cerveza y bebidas alcohólicas. Este sector de la industria es un gran consumidor de agua, como se menciona anteriormente, gran parte se convierte en el producto terminado, el resto se emplea para lavar las botellas y envases, enfriar las compresoras y los equipos de refrigeración y reemplazar el agua de las calderas produciendo el vapor usado para cocimiento, evaporación, calentamiento de los pasteurizadores y calefacción.

El agua usada en el producto final debe ser, potable, además, existen normas referentes al producto que se refieren al efecto de la calidad del agua

sobre el sabor de la bebida terminada. En la industria de las bebidas no alcohólicas, es común el ablandamiento con cal del agua para reducir su dureza y alcalinidad, ya que esta última, destruye el sabor de los extractos de frutas ácidas. En los ablandadores con cal, se lleva a cabo también la cloración hasta el punto de aumento rápido del cloro residual. El agua tratada es filtrada y luego pasada a través de carbón activado como precaución final para la remoción de cloro y cualquier sabor u olor residual.

Existen dos sistemas de uso de agua que son exclusivos de la industria alimentaria y que requieren de especial atención respecto a la calidad del agua: el lavado de botellas y de recipientes y la pasteurización.

En la operación de lavado de botellas se requiere de limpieza y de esterilización por lo que se aplican detergentes y biosidas para estar de acuerdo con la severidad del problema. Por lo general, los limpiadores químicos son bastante alcalinos, debido a esto, es muy útil tener agua ablandada con zeolitas para el lavado y para el enjuague, ya que así se reduce la demanda de detergente y también se facilita el drenado de la botella después del enjuague para tener superficies libres de manchas.

Cuando se usan limpiadores fuertemente alcalinos, estos proporcionan un efecto biosida que depende de la duración del contacto entre el agente y la botella y de lo cáustica que sea la solución limpiadora.

El agua es igualmente importante como materia prima en la industria farmacéutica en donde forma parte de muchas fórmulas químicas.

2.9.2.2. Transporte

Así como las corrientes naturales de agua llevan materiales en suspensión, las corrientes que circulan dentro de tuberías o de canaletas en una fábrica pueden transportar materiales de un área a otra dentro de la misma planta.

En las industrias de papel y celulosa, se emplea el agua como medio de transporte. Desde sus inicios, este tipo de industria se ha localizado casi exclusivamente a lo largo de grandes ríos. En las primeras plantas se usaba el agua no sólo como materia prima sino también para obtener energía hidráulica al represar la corriente y producir la carga necesaria para accionar las ruedas hidráulicas que operaban las piedras de molino donde se convertía la madera en pulpa. El agua requerida por una planta moderna de pulpa de papel varía considerablemente según el proceso de preparación de pulpa, la disponibilidad de agua y la secuencia de blanqueado.

La industria de la pulpa y del papel es una gran consumidora de agua debido a que la pulpa es lavada con ella en varios puntos del proceso y a que el agua se usa para transportar las fibras de pulpa desde su producción inicial en la planta de pulpa, a través de varias operaciones de refinación y finalmente a las máquinas del papel. Así como sucede en muchas otras operaciones industriales en que se usa agua, la corrosión es una amenaza constante, en gran parte se mantiene bajo control por la selección de aleaciones o plásticos adecuados, pero aún las aleaciones pueden estar sujetas a corrosión donde la actividad microbiana puede causar depósitos.

En la minería existen varios procesos en los que se utiliza el agua para disolver los depósitos minerales subterráneos y transportar el material a la superficie para procesarlo posteriormente. También cuando hay que transportar pulverizado a grandes distancias, se envía en forma de suspensión y a través de tuberías.

Se pueden encontrar otros ejemplos del uso del agua como medio de transporte de materiales en industrias tan diversas como las de alimentación, así en las plantas enlatadoras las verduras se transportan mediante corrientes de agua.

También en la fase de vapor, el agua es un medio de transporte eficiente, en los procesos de destilación por arrastre de vapor, las burbujas de vapor de un recipiente que contiene un líquido orgánico producen una mezcla de vapor de agua e hidrocarburos, la cual debe descargarse en una relación molecular igual a la relación de las presiones parciales de vapor de cada una de los materiales.

2.9.2.3. Agua para lavados

El agua es un medio adecuado para el lavado general de equipos industriales. Lavar el equipo industrial es importante por razones prácticas, tales como seguridad para el personal, para resguardar la calidad del producto y para evitar contra tiempos al ritmo de producción. El lavado de los materiales de producción puede hacerse de muy diversas maneras, cada una de las cuales es apropiada para un tipo de operación en particular.

2.9.3. Generación de energía

El agua también se emplea para generar energía, ya sea en una planta industrial o en una estación generadora. La planta industrial generadora de vapor puede utilizarlo para accionar maquinaria, producir electricidad o para ambas cosas.

La planta industrial que produce vapor para transformarlo en energía, tiene pérdidas de agua mucho mayores que una estación generadora, por lo que requiere una mayor cantidad de agua de remplazo, el grado de contaminación del condensado y la temperatura del condensado que recircula es diferente en ambas instalaciones. La generación de energía mecánica a partir de agua que fluye por turbinas hidráulicas, es aún aprovechado por plantas industriales que la emplean para trabajos mecánicos o para generar electricidad.

2.9.4. Agua para usos generales

El agua es un material tan económico y conveniente, que la industria lo ha aplicado a innumerables trabajos de la más diversa índole. Se utiliza con mucha frecuencia como material sellante, como por ejemplo, en los prensa estopas de las bombas centrífugas y en recipientes almacenadores de gases.

También se emplea en grandes embragues hidráulicos; se puede inyectar y extraer un sistema para poner en marcha y detener una carga impulsada o bien, para ajustar su velocidad.

2.9.5. Calidad del agua para uso industrial

El agua es esencial prácticamente en todas las operaciones industriales, pero en general no es posible y no debe utilizarse tal y como se extrae de una corriente, un pozo o un lago. Si no se toman las precauciones necesarias, las impurezas que contiene a causa de la contaminación natural o artificial, puede afectar gravemente a los equipos, a los procesos y a los productos.

2.9.6. Impurezas presentes en el agua para uso industrial

Depende de la naturaleza y cantidad de las mismas de acuerdo con las normas recomendadas para los diversos usos a los cuales el agua esté destinada. Entre las impurezas del agua destinada al uso industrial están las sustancias minerales disueltas y son los constituyentes minerales difieren en las cantidades relativas presentes en distintos suministros de agua, es común en estos los más abundantes sean los bicarbonatos presentes como calcio, magnesio y sodio, en forma de mezclas con sus respectivos aniones y cationes. A continuación se presenta una breve descripción de las sales minerales que se encuentran disueltas en el agua.

- Bicarbonato de calcio: este compuesto existe únicamente en solución y se forma por la acción del agua que contienen dióxido de carbono sobre piedra caliza, mármol, calcita, dolomita y otros minerales que contienen carbonato de calcio.
- Bicarbonato de magnesio: este compuesto solo existe en solución y se forma por la acción del agua que contiene dióxido de carbono libre sobre la magnesia, dolomita, piedra caliza dolomítica y otros minerales que contengan carbonato de magnesio.

- Bicarbonato de sodio: es una sal blanca, conocida como bicarbonato de sodio y el sodio se convierte en dióxido de carbono e hidróxido de sodio.
- Cloruro de calcio en forma anhidra: se encuentra en las salmueras naturales, depósitos salinos, etc. Todas las formas son deliquescentes y altamente solubles. En las calderas de vapor es corrosivo.
- Cloruro de magnesio: es deliquescente y muy soluble. Es muy corrosivo en las calderas de vapor y reacciona con el agua para formar ácido clorhídrico e hidróxido de magnesio.
- Cloruro de sodio: se le conoce ampliamente con el nombre de sal o sal común. Al igual que las otras sales de sodio encontradas en las aguas naturales y tratadas, tiene una alta solubilidad y no forma depósitos.
- Depósitos de carbonato de calcio: cuando un agua contiene bicarbonato de calcio, magnesio y sodio, se calienta, el primero en depositarse es el carbonato de calcio, luego el carbonato de magnesio, mientras que el carbonato de sodio, debido a su extrema solubilidad, no se separa en forma sólida a menos que la solución se concentre fuertemente por evaporación. Prácticamente en todos los casos en los cuales el agua cruda solamente se calienta pero no hierve, como sucede en las calderas, la descomposición de los bicarbonatos no es completa; por lo que en tales condiciones se espera que los depósitos no es completa; por lo que en tales condiciones se espera que los depósitos sean principalmente de carbonatos de calcio.
- Depósitos de hidróxido de magnesio y carbonato de calcio: a las temperaturas prevaecientes en las calderas, tanto el bicarbonato de calcio

como el de magnesio, se descomponen para formar de calcio está formado de carbonato de calcio, el de magnesio se deposita como hidróxido de magnesio.

- Sales de sodio: las sales de sodio son muy solubles, tanto en agua caliente como en agua fría. Debido a estas altas solubilidades, las sales de sodio no forman depósitos, tanto en la evaporación como en el calentamiento. En consecuencia las sales de sodio en bajas concentraciones afectan poco el uso industrial del agua. Pero a determinadas concentraciones las sales de sodio son perjudiciales en el proceso de manufactura de ciertos productos celulósicos, dieléctricos, drogas y productos químicos finos, hule sintético, plásticos, materiales fotográficos, utensilios en los que se deposita plata y muchos otros minerales. Las altas alcalinidades de sodio son a menudo perjudiciales en calderas de alta presión y plantas textiles.
- Hierro: el hierro está presente en prácticamente todos los suministros de agua, en el proceso de curtido de cuero, el hierro produce manchas en el producto, en las fábricas de papel y pulpa, produce manchas y decoloraciones y causa pérdidas en el blanqueo; en fábricas textiles, lavanderías y tintorerías, es prácticamente imposible operar con agua que contenga hierro.
- Gases disueltos: los gases disueltos que se encuentran generalmente en los abastecimientos de agua son dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno, y sulfuro de hidrógeno.
- Dióxido de carbono: este gas es de naturaleza corrosiva y en presencia de oxígeno disuelto es un factor acelerante en la corrosión.

- Oxígeno: una solución de oxígeno en el agua es muy corrosiva hacia aquellos metales que son ampliamente usados para fabricar recipientes para almacenar agua o tuberías de conducción tales como el hierro, acero, hierro galvanizado y latón. Los valores bajos de potencial de hidrógeno, pH, aceleran la velocidad de esta corrosión por oxígeno disuelto, mientras que los valores altos tienen a retardarla. La elevación de la temperatura es un factor que acelera bastante la corrosión.
- Nitrógeno: es un casi inerte y no tiene efecto corrosivo sobre los metales, por lo que, salvo en unión con el aire, es de poca importancia el que esté presente en los suministros de agua para determinados usos. Para usos particulares, debe considerarse el nitrógeno en sus formas de nitritos y nitratos.
- Sulfuro de hidrógeno: sus propiedades más relevantes son su marcada corrosividad y su olor similar al de huevo podrido. Si el agua tiene un valor elevado de potencial de hidrógeno, pH, el olor puede ser escaso, ya que en este caso la mayor parte de azufre está como un sulfuro alcalino en lugar de un sulfuro de hidrógeno.

2.10. Índice de Langelier

Es una medida del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, el cual se basa en el pH, alcalinidad y dureza. Si el índice de Langelier es positivo, el carbonato de calcio puede precipitar de una solución y formar incrustaciones.

2.11. Agua para uso agrícola

El tipo de agua que se utilice como agua de riego tiene dos efectos importantes, a corto plazo influye en la producción calidad y tipo de cultivo y a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo hasta hacerlo totalmente inservible para la agricultura. Sea cual sea el origen del agua debe de cumplir la calidad que se exige a una agua de riego natural y únicamente en ciertas situaciones o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecte las propiedades del suelo.

La agricultura es el uso que mayor demanda del agua supone a nivel mundial. El riego de tierras agrícolas supone la utilización de un 70% de los recursos hídricos en el mundo. En los países en vías de desarrollo, muchas veces el agua utilizada para regadío representa el 95% del total de usos del agua y juega un papel esencial en la producción y seguridad de los alimentos. A largo plazo, el desarrollo y mejora de las estrategias agrícolas para estos países está condicionado al mantenimiento, mejora y expansión de la agricultura de regadío.

2.12. Agua para uso recreacional

La calidad de agua para uso recreativo en centros turísticos es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios, estudios en el agua para uso recreacional indican que las enfermedades de las mucosas, de la piel y digestivas asociadas con los bañistas están directamente relacionadas con los niveles de contaminación fecal.

3. MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de San Andrés Itzapa se encuentra a una altitud de 1,850 metros sobre el nivel del mar y posee generalmente un clima templado o frío. La principal cuenca hidrográfica del municipio está constituida por el río Guacalate que abarca la mayor parte del territorio del mismo y sus principales afluentes son ríos de bajo caudal como el río La Virgen y río Negro.

3.1. Localización del municipio de San Andrés Itzapa

Según la división regional vigente en Guatemala, este municipio corresponde a la Región V o región central, localizado en la posición sureste del departamento de Chimaltenango.

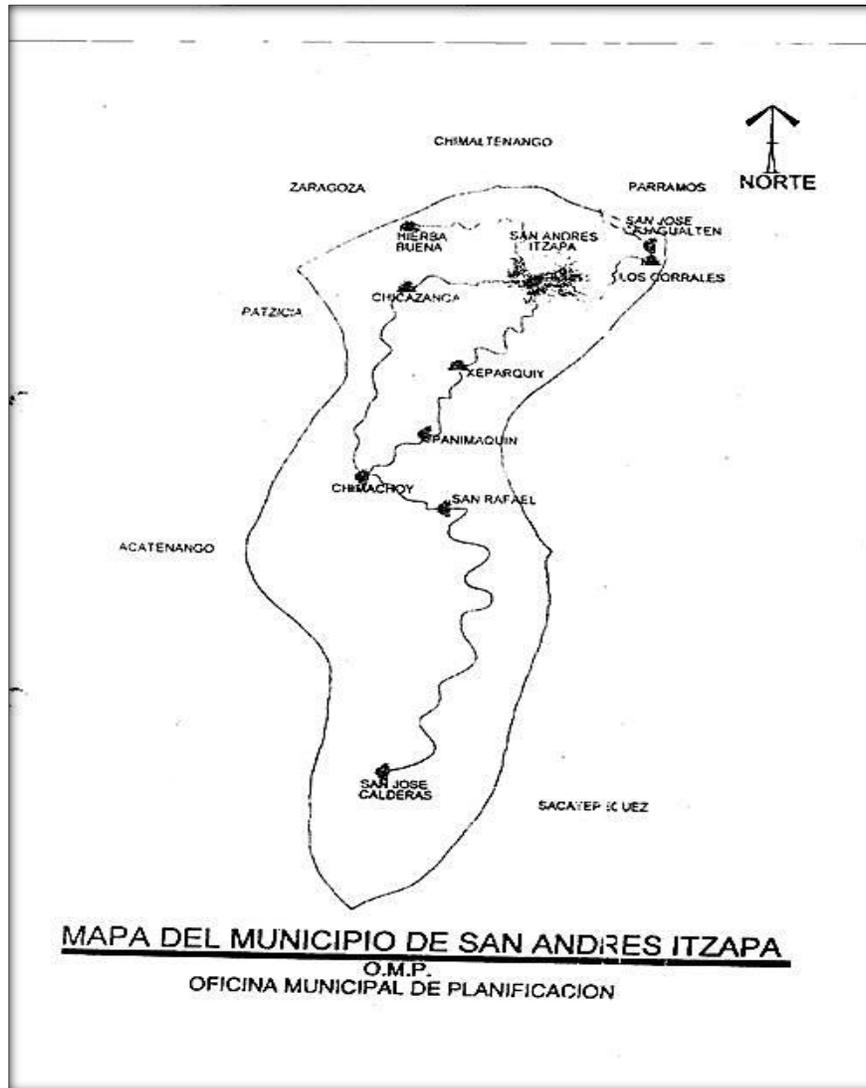
Se ubica a 7 kilómetros de la cabecera departamental de Chimaltenango, y a 59 kilómetros de la ciudad capital. Tiene una población aproximada de 27,334 habitantes.

3.2. Extensión territorial, altitud, latitud y longitud

A continuación se detalla la extensión territorial, altitud, latitud y longitud del municipio de San Andrés Itzapa.

- Extensión Territorial: 83 Kilómetros cuadrados
- Altitud: 1,850 metros sobre el mar
- Latitud: 14°37'15"
- Longitud: 90°50'40"

Figura 2. Mapa del municipio de San Andrés Itzapa



Fuente: Tesorería Municipal de San Andrés Itzapa

3.3. Agua potable

El municipio se encuentra en una zona geográfica con recursos hídricos que permite un buen abastecimiento de fuentes surgentes o manantiales, ubicados en puntos cercanos a la población. La municipalidad presta el servicio de agua potable a la población en un 90% y un 10% presta su servicio las empresas privadas por medio de bombas especialmente a las colonias privadas.

En la actualidad el servicio de agua potable en el área urbana del municipio de San Andrés Itzapa es abastecido por los siguientes sistemas: los nacimientos de La Chorrera, Xipacay, La Toma y un pozo mecánico en el centro de la población. A continuación se muestra la cantidad de viviendas ubicadas en el área urbana del municipio y las cuales cuentan con el servicio de agua potable.

Tabla II. **Viviendas ubicadas en al área urbana de San Andrés Itzapa**

Ubicación	Viviendas
Cantón San Cristóbal	753
Cantón San Lorenzo	565
Cantón San Antonio	557
Cantón Santísima Trinidad	445
Cantón San Pedro y San Pablo	997
Total	3317

Fuente: Tesorería Municipal de San Andrés Itzapa.

De éstas 3317 viviendas reportadas en el área urbana del municipio de San Andrés Itzapa, 3291 viviendas cuentan con el servicio de agua potable y 26 no cuentan con dicho servicio.

En el municipio de San Andrés Itzapa, según datos estadísticos realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se muestra que de 4105 viviendas 3746 cuentan con el servicio de agua potable y 359 no cuentan con el servicio presentan los siguientes aforos:

Tabla III. **Aforos de nacimientos y pozo mecánico en servicio**

Nacimientos	Gal/min
La Toma	53.97
Xipacay	273.97
La Chorrera	394.73
Total Nacimientos	722.67
Pozo Mecánico	200.00
Total	922.67

Fuente: Tesorería Municipal de San Andrés Itzapa.

El pozo mecánico produce 200 galones por minuto, y trabaja 13 horas diarias, por lo que su producción diaria es de 156,000 galones, el cual se aprovecha por medio de un sistema de bombeo, accionado por energía eléctrica y explotado por un equipo electro sumergible. La municipalidad proporciona a un 90 por ciento de la población el servicio de agua potable por medio de los tres nacimientos y el pozo mecánico y el 10 por ciento restante es por medio de pozos mecánicos ubicados en colonias privadas, que funcionan de igual manera que el pozo mecánico municipal.

4. METODOLOGÍA

Para determinar la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional se tomaron muestras de agua en cada una de las fuentes de suministro municipales durante cuatro meses. Se tomaron las muestras en los meses de septiembre y octubre como época lluviosa, siendo septiembre el mes más lluvioso y como época seca se tomaron los meses de noviembre y diciembre de 2012.

Cada una de las muestras proporciono variables físicas, químicas y bacteriológicas las cuales sirvieron de parámetro para la determinación de la calidad del agua para cada uno de los usos mencionados anteriormente.

4.1. Variables

Tabla IV. **Determinación de variables**

Variable	Independiente	Dependiente
Físicas	X	
Químicas	X	
Bacteriológicas	X	
Calidad del agua		X

Fuente: elaboración propia.

4.2. Delimitación del campo de estudio

Cada una de las muestras de agua tomadas está sujeta a los análisis específicos para determinar su calidad para el consumo humano, industrial, agrícola y recreacional, se determinó en base a las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas.

Las variables físicas, químicas y bacteriológicas son variables de respuesta para poder determinar la calidad del agua suministrada en el municipio. La determinación de la calidad del agua para su consumo en la industria, se tomaron en cuenta las variables físicas, químicas, bacteriológicas y el índice de Langelier el cual sirvió para calcular el carácter incrustante o agresivo del agua.

Es importante conocer este índice para poder controlar la incrustación o la corrosión en las tuberías tanto domesticas como industriales y a la vez para controlar la incrustación o la corrosión en los equipos y las instalaciones de las industrias en general en donde utilicen el agua en sus procesos industriales.

4.3. Recursos humanos disponibles

Las personas que realizaron el presente estudio sobre la calidad del agua suministrada en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango se listan a continuación:

- Investigador: Carlos Daniel Gomez Chicas
- Asesor: Ingeniero Químico Jorge Mario Estrada Asturias

4.4. Recursos físicos

El recurso físico con el que se contó fue el laboratorio experimental de tratamiento de aguas.

4.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

Cuantitativamente se llevaron a cabo pruebas químico analíticas de laboratorio para estimar concentraciones y cualitativamente se hicieron comparaciones de los resultados obtenidos conforme a los límites máximos aceptables y los límites máximos permisibles que establecen las normas.

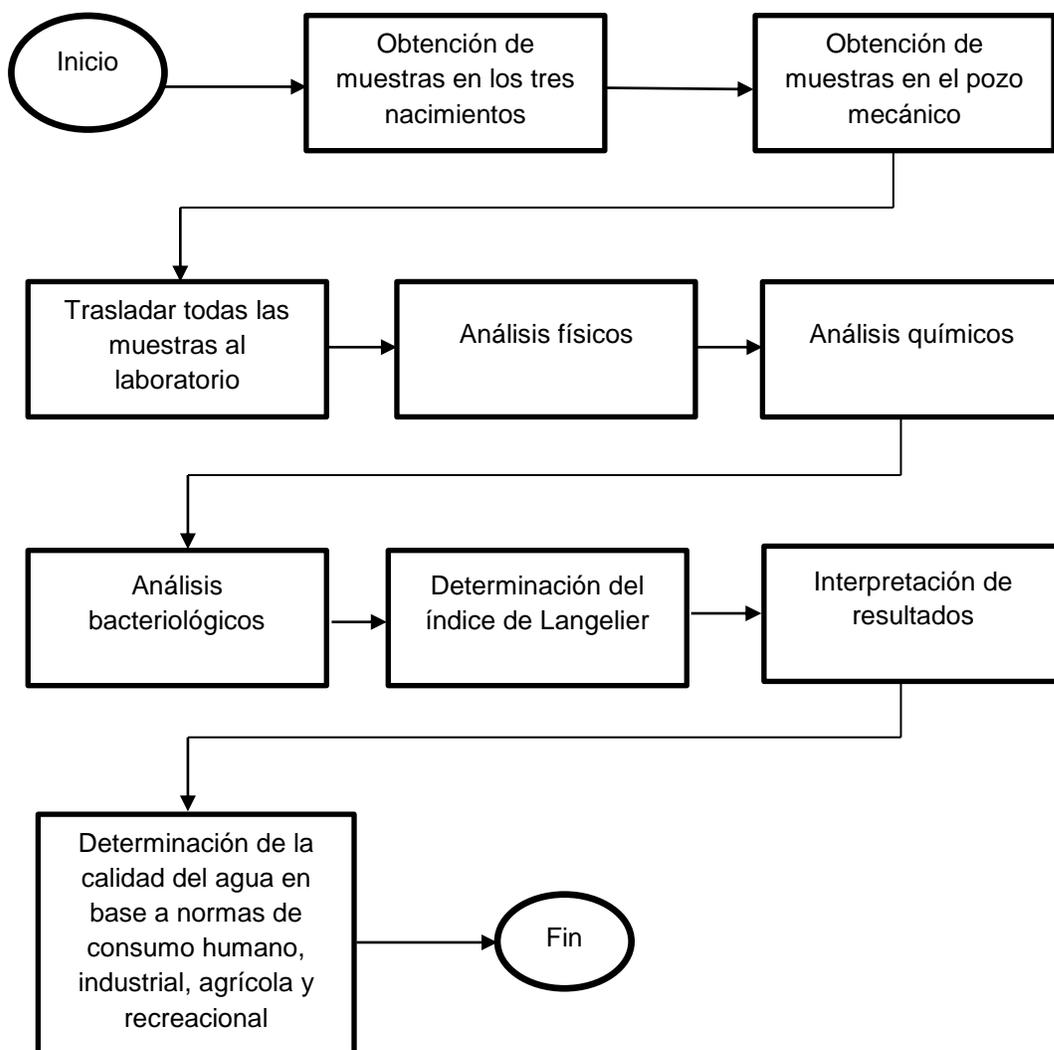
Cuantitativamente se obtuvieron las concentraciones de:

- Dureza total
- Calcio
- Magnesio
- Nitratos
- Nitritos
- Hierro
- Cloro residual
- Potencial de hidrógeno
- Conductividad
- Temperatura

4.6. Recolección y ordenamiento de la información

A continuación se puede observar los pasos que se realizaron por medio de un diagrama de flujo para la determinación de la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional.

Figura 3. Diagrama de flujo de la determinación de la calidad del agua



Fuente: elaboración propia.

4.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

A cada una de las muestras de agua tomadas en las cuatro fuentes de suministro municipal, se le realizaron análisis físicos, químicos y bacteriológicos, en base a los resultados obtenidos de cada análisis se procedió a la determinación de la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional.

4.7.1. Determinación de la calidad del agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional

Para la determinación de la calidad del agua suministrada en el municipio se tomaron muestras en cada una de las fuentes de agua como lo son tres nacimientos de agua y un pozo mecánico, dichas muestras fueron analizadas en un laboratorio de tratamiento de aguas para poder obtener los resultados deseados.

La Norma COGUANOR NGO 29 001 inciso 5.4 numeral E2, se utilizó para la determinación de la calidad del agua para consumo humano, para uso industrial se utilizó la norma CATIE y el Índice de Langelier, para uso agrícola se utilizó la norma desarrollada por la Universidad de California y para uso recreacional la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 108:1984.

4.7.2. Tabulación de los resultados

Todos los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos fueron tabulados en las tablas que se encuentran a continuación.

Tabla V. Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua requeridas para los tres nacimientos y el pozo mecánico

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Olor	M _{1,A}	M _{1,B}	M _{1,C}	M _{1,D}
Sabor	M _{2,A}	M _{2,B}	M _{2,C}	M _{2,D}
Color (U)	M _{3,A}	M _{3,B}	M _{3,C}	M _{3,D}
Turbiedad (UNT)	M _{4,A}	M _{4,B}	M _{4,C}	M _{4,D}
Temperatura (°C)	M _{5,A}	M _{5,B}	M _{5,C}	M _{5,D}
pH (unidades de pH)	M _{6,A}	M _{6,B}	M _{6,C}	M _{6,D}
Conductividad (µS/cm)	M _{7,A}	M _{7,B}	M _{7,C}	M _{7,D}
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	M _{8,A}	M _{8,B}	M _{8,C}	M _{8,D}
Calcio Ca (mg/l)	M _{9,A}	M _{9,B}	M _{9,C}	M _{9,D}
Magnesio Mg (mg/l)	M _{10,A}	M _{10,B}	M _{10,C}	M _{10,D}
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	M _{11,A}	M _{11,B}	M _{11,C}	M _{11,D}
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	M _{12,A}	M _{12,B}	M _{12,C}	M _{12,D}
Hierro Fe (mg/l)	M _{13,A}	M _{13,B}	M _{13,C}	M _{13,D}
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	M _{14,A}	M _{14,B}	M _{14,C}	M _{14,D}
Coliformes totales (NMP/100 ml)	M _{15,A}	M _{15,B}	M _{15,C}	M _{15,D}
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	M _{16,A}	M _{16,B}	M _{16,C}	M _{16,D}
Índice de Langelier	M _{17,A}	M _{17,B}	M _{17,C}	M _{17,D}

Fuente: elaboración propia.

4.8. Análisis estadístico

- Número de corridas

La ecuación que se utilizó para determinar el número de corridas es:

$$n = \frac{Z^2 pQ}{E^2}$$

Dónde:

n = número de corridas

Z = confiabilidad

p = probabilidad de éxito (95%)

Q = probabilidad de fracaso (5%)

E = error (%)

Sustituyendo datos en la ecuación con los datos anteriores se obtiene lo siguiente:

$$N = \frac{1.90^2 * 0.95 * 0.05}{0.20^2}$$

$$N = 4.29 \cong 4$$

Por lo tanto la cantidad de corridas que se realizaron fueron 4, se realizaron 4 corridas debido al costo ya que es lo que la municipalidad autorizo. En total se hicieron 4 corridas por mes durante 4 meses para tener un total de 16 muestras.

- Media

La ecuación que se utilizó para determinar la media es:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Media de un conjunto de datos

x_i = i-ésimo valor de un conjunto de datos

n = número total de datos

En matemáticas y estadística la media aritmética de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos, también llamada promedio o simplemente media.

Una de las limitaciones de la media aritmética es que se trata de una medida muy sensible a los valores extremos; valores muy grandes tienden a aumentarla mientras que valores muy pequeños tienden a reducirla, lo que implica que puede dejar de ser representativa de la población.

La media se utilizó para calcular el promedio de los resultados de todas las muestras tomadas en los tres nacimientos y el pozo mecánico.

5. RESULTADOS

En las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos de las cuatro fuentes de suministro de agua en el municipio de San Andrés Itzapa.

Tabla VI. **Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento La Toma**

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	\bar{X}	Porcentaje de cumplimiento (%)
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Color (u)	3.60	4.70	0.80	3.00	3.03	100
Turbiedad (UNT)	0.80	1.00	1.30	6.10	2.30	100
Temperatura (°C)	21.60	21.50	21.60	21.20	21.48	100
pH (unidades de pH)	7.80	7.17	7.33	7.42	7.43	100
Conductividad (µS/cm)	466.70	163.75	176.10	185.90	248.11	100
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	87.90	66.26	67.68	67.63	72.37	100
Calcio Ca (mg/l)	21.32	16.18	16.06	16.41	17.49	100
Magnesio Mg (mg/l)	8.42	6.28	6.70	6.48	6.97	100
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	3.15	3.99	4.27	5.66	4.27	100
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0.033	< 0.03	0.036	< 0.033	< 0.033	100
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	100
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0.00	0
C. totales (NMP/100 ml)	> 2400	> 2400	690	> 2400	> 2400	0
E. Coli (NPM/100 ml)	82	9	6	12	27.25	0
Í. de Langelier	-0.89	-1.76	-1.59	-1.50	-1.44	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento La Chorrera**

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	\bar{X}	Porcentaje de cumplimiento (%)
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Color (u)	1.50	3.70	0.40	2.30	1.98	100
Turbiedad (UNT)	1.10	0.10	1.40	5.00	1.90	100
Temperatura (°C)	21.60	21.90	21.60	21.30	21.60	100
pH (unidades de pH)	7.94	7.42	7.46	7.78	7.65	100
Conductividad (μS/cm)	163.75	167.50	177.60	188.90	174.44	100
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	76.45	70.66	70.55	70.30	71.99	100
Calcio Ca (mg/l)	18.57	16.95	16.41	16.85	17.20	100
Magnesio Mg (mg/l)	7.31	6.88	7.19	6.86	7.06	100
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	4.02	4.91	4.74	5.71	4.85	100
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	100
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	100
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0.00	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	> 2400	150	80	50	670.00	0
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	8	< 1	< 1	< 1	2.75	75
Índice de Langelier	-0.87	-1.46	-1.44	-1.11	-1.22	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del nacimiento Xipacay

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	\bar{X}	Porcentaje de cumplimiento (%)
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Color (u)	1.80	2.00	< 0.20	1.70	1.43	100
Turbiedad (UNT)	0.80	0.40	0.40	1.30	0.73	100
Temperatura (°C)	21.10	23.10	21.50	21.30	21.75	100
pH (unidades de pH)	7.94	7.98	7.44	7.52	7.72	100
Conductividad (μS/cm)	158.75	167.50	173.60	211.00	177.71	100
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	68.85	63.91	66.14	65.76	66.17	100
Calcio Ca (mg/l)	16.52	15.60	15.58	16.01	15.93	100
Magnesio Mg (mg/l)	6.71	6.06	6.62	6.26	6.41	100
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	3.66	4.75	4.77	4.96	4.54	100
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	100
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	100
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0.00	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	12	6	< 1	< 1	5.00	50
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	< 1	1	< 1	< 1	< 1	75
Índice de Langelier	-0.98	-0.95	-1.51	-1.42	-1.21	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del pozo mecánico

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	\bar{X}	Porcentaje de cumplimiento (%)
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	100
Color (u)	1.80	2.00	< 0.20	< 0.20	1.05	100
Turbiedad (UNT)	1.80	1.10	1.10	4.60	2.15	100
Temperatura (°C)	21.20	21.10	21.40	21.30	21.25	100
pH (unidades de pH)	7.96	7.02	7.07	7.07	7.28	100
Conductividad (μS/cm)	226.25	231.25	267.00	258.00	245.63	100
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	100.34	97.39	99.37	99.54	99.16	100
Calcio Ca (mg/l)	22.70	22.15	21.43	22.68	22.24	100
Magnesio Mg (mg/l)	10.61	10.22	11.14	10.42	10.60	100
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	16.78	18.06	17.17	17.37	17.35	100
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.03	< 0.033	0.036	< 0.033	< 0.033	100
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	0.04	< 0.03	< 0.03	< 0.03	100
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0.00	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	8	< 1	12	25	11.50	25
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100
Índice de Langelier	-0.65	-1.62	-1.57	-1.54	-1.35	25

Fuente: elaboración propia.

6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos demuestran que las muestras de agua cumplen con algunas especificaciones pero es necesario que cumpla en un 100 % con todas las especificaciones para que sea adecuada para consumo humano, industrial, agrícola y recreacional.

6.1. Determinación de la calidad del agua para consumo humano

Para determinar la calidad del agua para consumo humano se compararon los resultados obtenidos de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas de los nacimientos La Toma, La Chorrera, Xipacay y el pozo mecánico que se muestran en la sección de resultados de las tablas VI a la IX con las especificaciones de la calidad del agua establecidas en la Norma COGUANOR NGO 29 001 la cual encontramos en la sección de anexos de las tablas XXI a la XXIII.

6.1.1. Análisis físicos

Los análisis físicos dieron buenos resultados en los tres nacimientos y el pozo mecánico ya que parte de estos análisis se hacen por medio de los sentidos del gusto y del olfato, obteniendo en los cuatro suministros de agua, un sabor y olor no rechazable en todas las muestras, lo cual cumple con los requisitos establecidos por la norma en un 100 %.

La turbiedad obtuvo de igual manera buenos resultados en todos los suministros de agua obteniendo un valor promedio en el nacimiento La Toma de

2.30 UNT siendo este el valor más alto, en La Chorrera un valor promedio de 1.90 UNT, en el nacimiento Xipacay un valor promedio de 0.73 UNT y en el pozo mecánico un valor promedio de 2.15 UNT, ningún valor promedio establecido por la norma sobrepasa el LMA de 5.0 UNT ni el LMP de 15.0 UNT, logrando así un 100 % de cumplimiento con la norma.

El análisis de color dio valores promedio en el nacimiento La Toma de 3.03 u, en el nacimiento La Chorrera de 1.98 u, en el nacimiento Xipacay 1.43 u, y en el pozo mecánico 1.05 u, ningún valor se superó el LMA de 5.0 u ni el LMP de 35 u, establecido por la norma logrando así un 100 % de cumplimiento con la norma. Todas las muestras analizadas cumplen con las especificaciones físicas establecidas en la norma de potabilidad del agua.

6.1.2. Análisis químicos

La conductividad dio buenos resultados, el promedio en el nacimiento La Toma fue de 248.11 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el promedio en el nacimiento La Chorrera fue de 174.44 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el promedio en el nacimiento Xipacay fue de 177.71 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y finalmente en el pozo mecánico fue de 245.63 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo este último el más alto de todos, ninguno de los cuatro valores promedio mencionados sobrepasa lo establecido por la norma que es un valor menor de 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como LMP y en las cuatro fuentes de agua obtenemos un porcentaje de cumplimiento del 100 % con las especificaciones de la norma e indica que ninguna muestra tiene mucha habilidad de conducir una corriente eléctrica.

El pH está dentro de los rangos establecidos en la norma obteniendo un promedio para el nacimiento La Toma de 7.43, para el nacimiento La Chorrera 7.65, para el nacimiento Xipacay 7.72 siendo este el valor promedio más alto y finalmente para el pozo mecánico un promedio de 7.28, en el cual ninguno de

los valores sobrepaso el LMA de 7 – 7.5 y el LMP de 6.5 – 8.5, cumpliendo en todas las muestras con la norma en un 100 %.

El nitrito es una sustancia no deseada en el agua en los cuales se obtuvieron buenos resultados, para el nacimiento La Toma logramos obtener valores menores de 0.03 mg/l, para el nacimiento La Chorrera valores menores que 0.03 mg/l, para Xipacay al igual que los anteriores valores menores que 0.03 mg/l y de la misma manera para el pozo mecánico, estos valores nos indican que las concentraciones obtenidas están dentro de lo normal establecido por la norma sin sobrepasar el LMP que es de 1 mg/l, cumpliendo en un 100 % con los requerimientos de la norma.

El hierro total en los cuatro suministros de agua arrojó concentraciones satisfactorias siendo estas menores que 0.03 mg/l, estos resultados indican que este parámetro de calidad también cumple con la norma sin sobrepasar el LMA de 0.1 mg/l y el LMP de 1.0 mg/l, cumpliendo en un 100 % con la norma.

El nitrato en el nacimiento La Toma dio un valor promedio de 4.27 mg/l, en el nacimiento La Chorrera fue de 4.85 mg/l, en el nacimiento Xipacay de 4.54 mg/l y en el pozo mecánico se obtuvieron los resultados más altos dando un valor promedio de 17.35 mg/l el cual es mayor al LMP establecido en la norma que es de 10 mg/l, sin embargo según lineamientos guía para calidad del agua potable el valor máximo es de 50 mg/l por lo que las muestras tomadas en las cuatro fuentes de agua cumplen con la norma en un 100 %.

La concentración de calcio promedio obtenida en el nacimiento la Toma fue de 17.49 mg/l, en el nacimiento La Chorrera de 17.20 mg/l, en el nacimiento Xipacay de 15.93 mg/l y en el pozo mecánico 22.24 mg/l siendo este valor el más alto de todos pero sin embargo todos los valores se encuentran en el LMA

de 75 mg/l y el LMP de 150 mg/l establecidos en la norma, por lo tanto todas las muestras cumplen al 100 % con la norma.

Las concentraciones de magnesio obtenidas en las cuatro fuentes de agua estuvo dentro de los límites establecidos por la norma, dando un promedio de 6.97 mg/l para el nacimiento La Toma, 7.06 mg/l para el nacimiento La Chorrera, 6.41 mg/l para Xipacay y 10.60 mg/l para el pozo mecánico, siendo este valor nuevamente el más alto de todos y a la vez todos cumpliendo con el LMA de 50.00 mg/l y el LMP de 100 mg/l establecidos por la norma de agua potable, cumpliendo en un 100 % con las especificaciones establecidas.

La dureza expresada como CaCO_3 dio como resultado un valor promedio de 72.37 mg/l en el nacimiento La Toma, 71.99 mg/l en el nacimiento La Chorrera, 66.17 mg/l para Xipacay y 99.16 mg/l para el pozo mecánico siendo este el valor más alto de las muestras, por lo tanto todas las aguas son moderadamente duras, todas las muestras cumplen en un 100 % con la norma ya que no sobrepasa el LMA de 100 mg/l y el LMP de 500 mg/l.

Químicamente todas las muestras tomadas cumplen con las especificaciones establecidas en la norma de agua potable ya que cumplen en un 100 % con las especificaciones.

6.1.3. Análisis bacteriológico

Por medio de los análisis bacteriológicos podemos observar en las tablas VI a la IX que el agua está contaminada, en las primeras cuatro muestras se obtuvieron resultados negativos ya que ninguna cumple con la norma, en el segundo muestreo solamente una muestra cumple y para ser más específicos la del pozo mecánico fue la única que cumplió con la norma obteniendo un

recuento de coliformes totales y *Escherichia Coli* menor a 1.1 NMP/100 ml y las tres restantes no cumplen con la norma.

En el tercer y cuarto muestreo se obtuvo un único resultado satisfactorio el cual fue en el nacimiento Xipacay siendo el recuento de coliformes totales y *Escherichia Coli* menor que 1.1 NMP/100 ml, las cuatro fuentes de agua están contaminadas y por lo tanto no aptas para el consumo humano.

El nacimiento de La Toma es el agua que tiene más índices de contaminación de coliformes totales y *Escherichia Coli*, siendo el indicador más preciso de contaminación fecal, sin embargo ninguno de los nacimientos ni el pozo mecánico cumple en su totalidad con las especificaciones que establece la Norma COGUANOR NGO 29 001 por lo que no son adecuadas para uso humano. La contaminación bacteriológica que existe en las aguas que se suministran en el municipio se debe en gran parte a la falta de control y tratamiento adecuado de las aguas ya que ni siquiera se clora el agua por parte de las autoridades municipales por falta de interés de hacerlo.

6.2. Determinación de la calidad del agua para su uso en la industria

Para la determinación de la calidad del agua se tomó en cuenta la dureza total, el índice de Langelier y el pH.

6.2.1. Dureza del agua

La dureza total del agua en el nacimiento La Toma tiene un valor promedio de 72.37 mg/l, en el nacimiento La Chorrera de 71.99 mg/l, en el nacimiento Xipacay 66.17 mg/l siendo este valor el más bajo de todos y finalmente en el pozo mecánico un valor promedio de 99.16 mg/l siendo este último valor el más alto de todos, el agua de los cuatro sistemas de suministro se puede clasificar

como moderadamente dura al compararlo con los valores establecidos en la tabla XXVI de la sección de anexos.

6.2.2. Índice de Langelier

En general, en todas las muestras tomadas en los cuatro sistemas de suministro de agua en el municipio de San Andrés Itzapa se obtuvieron valores individuales menores a - 0.96 y sus promedios también fueron menores a dicho valor, lo cual indica al comparar los valores obtenidos con los valores que se pueden encontrar en la tabla XXV de la sección de anexos que las aguas de dichos sistemas son corrosivas.

6.2.3. Norma CATIE

Los valores obtenidos se comparan con los valores establecidos en la norma los cuales se pueden ver en la tabla XXIV de la sección de anexos, los valores individuales de pH obtenidos y los valores promedios de los cuatro sistemas de suministro están dentro de los rangos establecidos por la norma CATIE para el uso del agua en la industria solo con la excepción que ninguno de los sistemas cumple con los requerimientos para el uso del agua en destilerías y cervecerías ya que todas superan el rango establecido que es de un pH entre 6.5 – 7.0, todos los valores de pH obtenidos superan el límite máximo que es de 7.0 para dicha industria.

La dureza total se encuentra también entre los rangos establecidos para la dureza expresada en mg/l a excepción de la industria de los textiles ya que el valor máximo de dureza total es de 25.0 mg/l de dureza total, dicho valor lo sobrepasan los valores individuales y los valores promedios de dureza total en los cuatro sistemas de distribución de agua en el municipio.

El agua de los cuatro sistemas de suministro en el municipio de San Andrés Itzapa es corrosiva, por lo que no la hace apta para el uso en las industrias del cemento, textiles y calderas. Tomando en cuenta el pH, dureza total, Índice de Langelier y los resultados de contaminación bacteriológica de los análisis realizados, el agua no es apta para las industrias de alimentos en general, destilerías, cervecerías, cemento, textiles y calderas.

El agua de las cuatro fuentes de suministro en el municipio es apta para las industrias de jabón, detergentes, papel y tenerías, según las características evaluadas y comparadas con la norma CATIE en la tabla XXIV de la sección de anexos.

6.3. Determinación de la calidad del agua para uso agrícola

Para determinar la calidad del agua para uso agrícola se toma en cuenta los resultados de análisis de la turbiedad, pH, conductividad, dureza, calcio, magnesio, hierro total y cloro residual que se encuentran en las tablas VI a la IX de la sección de resultados, se determina la calidad del agua comparando los rangos usuales de los parámetros anteriormente mencionados que se encuentran en la tabla XXVII de la sección de anexos.

La turbiedad en los tres nacimientos y en el pozo mecánico dio resultados individuales y valores promedios muy bajos sin sobrepasar el rango usual de 1 – 30 NTU, el pH en los cuatro sistemas de suministro de agua se obtuvieron resultados individuales y promedio dentro del rango usual para su uso agrícola sin superar el 6.5 – 8.5 de pH. La conductividad en todos los sistemas de distribución de agua en el municipio se obtuvieron valores individuales y promedio menores al rango usual de 0 – 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que también este parámetro cumple para el uso del agua en la agricultura.

El calcio, magnesio y el hierro total arrojaron resultados individuales y promedio satisfactorios sin superar los rangos usuales de 0 – 400 mg/l, 0 – 60 mg/l y 0 – 5 mg/l respectivamente, por lo que cumplen con las especificaciones para el uso del agua en la agricultura.

La dureza de las aguas de las cuatro fuentes de suministro de agua son moderadamente duras pero para su uso en la agricultura son valores muy elevados ya que el rango usual establecido para el uso del agua en la agricultura es de 0 – 3 mg/l por lo que está muy por encima del rango usual y no cumple con este requisito, en cuanto al cloro residual no se cumple para nada en las cuatro fuentes de agua con el rango usual que es de 0.5 – 5.0 mg/l y esto se debe primordialmente a que toda el agua que se suministra en el municipio de San Andrés Itzapa no es debidamente clorada por las autoridades municipales.

6.4. Determinación de la calidad del agua para uso recreacional

Para la determinación de la calidad del agua para uso recreacional se toma en cuenta los coliformes totales, *Escherichia Coli* y el pH. En general el agua que se suministra en el municipio de San Andrés Itzapa no es adecuada para uso recreacional, siendo el agua del nacimiento La Toma la más contaminada con resultados muy altos con respecto al LMP establecidos en la tabla XXVIII en la sección de anexos, los LMP para coliformes totales es menor que 2,000 NMP/100 ml y como resultados se tienen resultados mayores de 2,400 NPM/100 ml y el LMP para *Escherichia Coli* es menor que 1 NMP/100 ml obteniendo resultados de 82 NMP/100 ml siendo este un resultado muy alto. El pH es el único parámetro que está dentro de los rangos establecidos que es de 5.0 – 9.0 unidades de pH.

CONCLUSIONES

1. El agua que se suministra en el municipio de San Andrés Itzapa por medio de las cuatro fuentes de agua, no es adecuada para consumo humano, agrícola, recreacional y para el uso de las industrias de alimentos en general, destilerías, cervecerías, cemento, textiles y calderas.
2. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa por medio de los tres nacimientos de agua y un pozo mecánico cumple con los parámetros físicos establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2.
3. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa por medio de los tres nacimientos de agua y un pozo mecánico cumple con los parámetros químicos establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2.
4. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa por medio de los tres nacimientos de agua y un pozo mecánico no cumple con los parámetros bacteriológicos establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29 001 en el inciso 5.4 numeral E2, por lo tanto el agua no es adecuada para consumo humano.
5. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa no está clorada en ninguna de las cuatro fuentes que abastecen a la población

del líquido vital, por lo que representa un riesgo muy grande para la salud de la población en general.

6. La dureza de las cuatro fuentes de suministro de agua del municipio se puede clasificar como moderadamente dura, por lo tanto este parámetro está dentro de los rangos que establece la norma CATIE para la mayoría de industrias a excepción de la industria de textiles.
7. El Índice de Langelier, nos indica que el líquido vital, de todos los suministros de agua en el municipio es corrosiva, por lo que no es adecuada para el uso de la industria del cemento, textiles y uso en calderas.
8. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa no es apta para las industrias de alimentos en general, destilerías, cervecerías, cemento, textiles y calderas.
9. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa es apta para las industrias de jabón, detergentes, papel y tenerías.
10. El agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa, no es apta para su uso en la agricultura, debido a que posee una dureza fuera de los límites establecidos y no está debidamente clorada.
11. La calidad del agua que suministra la Municipalidad de San Andrés Itzapa, para uso recreacional no es adecuada, debido a que supera los límites de coliformes totales y *Escherichia Coli*.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema de desinfección en los tres nacimientos y el pozo mecánico, ya que existe contaminación bacteriológica, para no poner en riesgo la salud de la población en general.
2. Elaborar estudios para la construcción de una planta de tratamiento que favorezca la potabilización del agua, para mejorar las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas y así prestar un mejor servicio a la población.
3. Hacer un tratamiento de desinfección simple, inmediatamente en los tres nacimientos y el pozo mecánico, con pastillas de cloro y aplicarlas proporcionalmente según el volumen que contenga cada una de las fuentes de suministro y así reducir la contaminación bacteriológica.
4. Implementar un sistema de monitoreo continuo y periódico de la calidad, de toda el agua que se suministra al municipio.
5. Realizar un acondicionamiento, para que toda el agua que se suministra al municipio, cumpla con todas las especificaciones de la norma CATIE para el uso del agua en la industria.
6. Acondicionar para que el agua que se suministra al municipio, cumpla con todas las especificaciones, para el uso del agua en la agricultura y uso recreacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. BROWN, Theodore L. *Química la ciencia central*. 9a ed. México: Pearson Educación, 2004. 1152 p.
2. CIFUENTES HIDALGO, Milton Lisandro. *Determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para evaluar la calidad del agua para consumo humano y su uso industrial en la población de Nuevo San Carlos, Retalhuleu*. Trabajo de graduación de Ing. Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 95 p.
3. GRAMAJO CIFUENTES, Byron Marel. *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y su uso industrial obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 52 p.
4. JENKINS, David. *Química del Agua*. Vernon L. Snoeyink. México: Limusa, 2000. 508 p.
5. LENNTECH. *Calidad del agua para irrigación* [en línea]. <http://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/calidad/irrigacion-calidad-agua.htm>. [Consulta: 5 de enero de 2013.]
6. MIE. *Calidad de un agua de riego* [en línea]. <http://mie.esab.upc.es/arr/T21E.htm>. [Consulta: 3 de enero de 2013.]

7. MILIARIUM. *Agua para riego* [en línea]. <http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/CalidadAguaRiego.htm>. [Consulta: 3 de enero de 2013.]
8. MILLER, James N; MILLER, Jane C. *Estadística y Quimiometría para Química Analítica*. 4a ed. España: Prentice Hall, 2002. 278 p.
9. MUNICIPALIDAD SAN ANDRÉS ITZAPA. *Monografía San Andrés Itzapa* [en línea]. http://munideitzapa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=14. [Consulta: 10 de enero de 2013.]
10. VILLAR ALVARADO, Marco Junio. *Determinación cuantitativa de la agresividad y la dureza total del agua subterránea de uso industrial, en el área metropolitana de Guatemala (Región I). A través del índice de Langelier considerando iones ajenos al sistema carbonato*. Trabajo de graduación de Ing. Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 69 p.
11. WIKIPEDIA. *Calidad del agua* [en línea]. http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua. [Consulta: 6 de enero de 2013.]

APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**

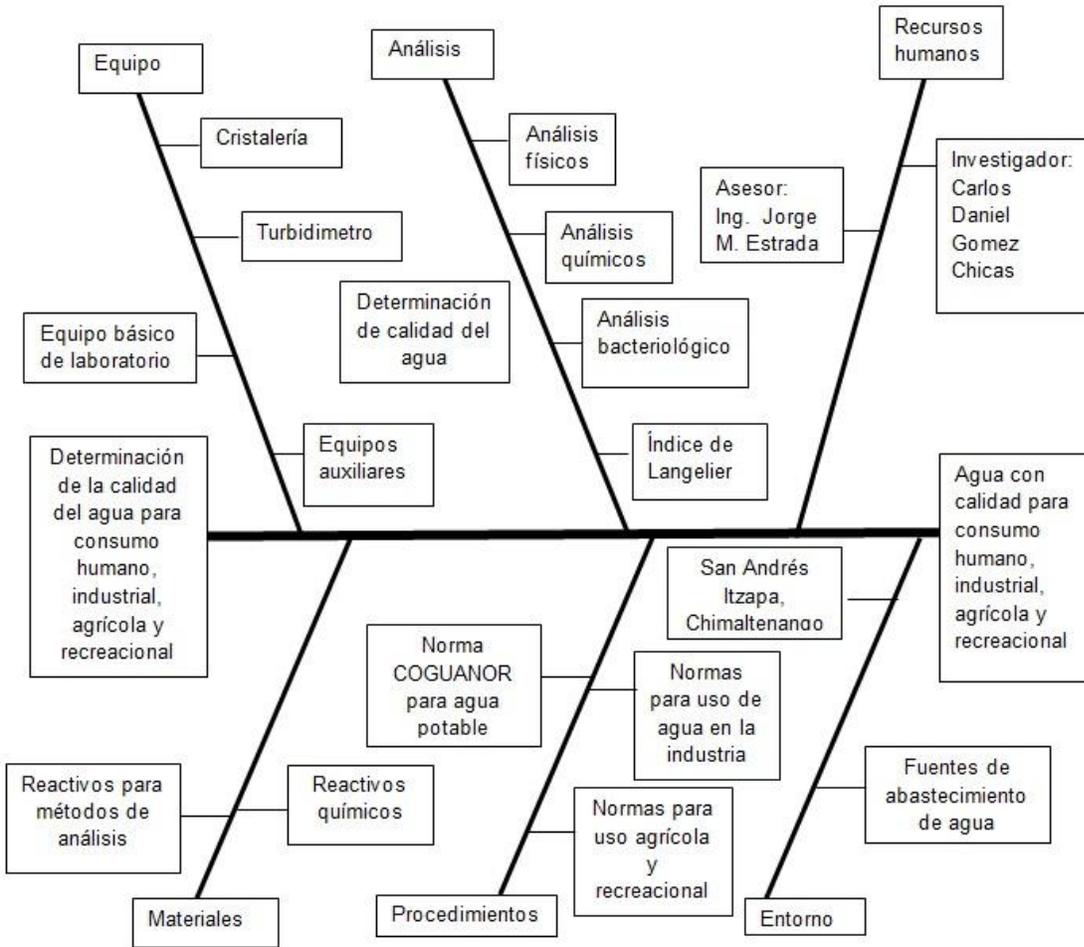
Tabla I. **Requisitos académicos**

Área	Curso
Área de Química	Química 3
	Química 4
	Análisis Cualitativo
	Análisis Cuantitativo
	Química Ambiental
Control de Contaminantes Industriales	
Área de Especialización	Microbiología
Área de Ciencias Básicas y Complementarias	Geología

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa

Figura 1. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Datos originales

Tabla II. Datos originales para el nacimiento La Toma

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Color (u)	3.60	4.70	0.80	3.00
Turbiedad (UNT)	0.80	1.00	1.30	6.10
Temperatura (°C)	21.60	21.50	21.60	21.20
pH (unidades de pH)	7.80	7.17	7.33	7.42
Conductividad (µS/cm)	466.70	163.75	176.10	185.90
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	87.90	66.26	67.68	67.63
Calcio Ca (mg/l)	21.32	16.18	16.06	16.41
Magnesio Mg (mg/l)	8.42	6.28	6.70	6.48
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	3.15	3.99	4.27	5.66
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0.033	< 0.03	0.036	< 0.033
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	> 2400	> 2400	690	> 2400
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	82	9	6	12
Índice de Langelier	-0.89	-1.76	-1.59	-1.50

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Datos originales para el nacimiento La Chorrera

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Color (u)	1.50	3.70	0.40	2.30
Turbiedad (UNT)	1.10	0.10	1.40	5.00
Temperatura (°C)	21.60	21.90	21.60	21.30
pH (unidades de pH)	7.94	7.42	7.46	7.78
Conductividad (µS/cm)	163.75	167.50	177.60	188.90
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	76.45	70.66	70.55	70.30
Calcio Ca (mg/l)	18.57	16.95	16.41	16.85
Magnesio Mg (mg/l)	7.31	6.88	7.19	6.86
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	4.02	4.91	4.74	5.71
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	> 2400	150	80	50
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	8	< 1	< 1	< 1
Índice de Langelier	-0.87	-1.46	-1.44	-1.11

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Datos originales para el nacimiento Xipacay

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Color (u)	1.80	2.00	< 0.20	1.70
Turbiedad (UNT)	0.80	0.40	0.40	1.30
Temperatura (°C)	21.10	23.10	21.50	21.30
pH (unidades de pH)	7.94	7.98	7.44	7.52
Conductividad (µS/cm)	158.75	167.50	173.60	211.00
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	68.85	63.91	66.14	65.76
Calcio Ca (mg/l)	16.52	15.60	15.58	16.01
Magnesio Mg (mg/l)	6.71	6.06	6.62	6.26
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	3.66	4.75	4.77	4.96
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	12	6	< 1	< 1
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	< 1	1	< 1	< 1
Índice de Langelier	-0.98	-0.95	-1.51	-1.42

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Datos originales para el nacimiento el pozo mecánico

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Color (u)	1.80	2.00	< 0.20	< 0.20
Turbiedad (UNT)	1.80	1.10	1.10	4.60
Temperatura (°C)	21.20	21.10	21.40	21.30
pH (unidades de pH)	7.96	7.02	7.07	7.07
Conductividad (µS/cm)	226.25	231.25	267.00	258.00
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	100.34	97.39	99.37	99.54
Calcio Ca (mg/l)	22.70	22.15	21.43	22.68
Magnesio Mg (mg/l)	10.61	10.22	11.14	10.42
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	16.78	18.06	17.17	17.37
Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.03	< 0.033	0.036	< 0.033
Hierro Fe (mg/l)	< 0.03	0.04	< 0.03	< 0.03
Cloro residual Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	8	< 1	12	25
Escherichia Coli (NPM/100 ml)	< 1	< 1	< 1	< 1
Índice de Langelier	-0.65	-1.62	-1.57	-1.54

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Datos calculados**

Tabla VI. **Datos calculados para el color**

Muestra No.	Color (u)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	3.60	1.50	1.80	1.80
2	4.70	3.70	2.00	2.00
3	0.80	0.40	< 0.20	< 0.20
4	3.00	2.30	< 0.20	1.70
\bar{X}	3.03	1.98	1.05	1.43
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Datos calculados para la turbiedad**

Muestra No.	Turbiedad (UNT)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	0.80	1.10	1.80	0.80
2	1.00	0.10	1.10	0.40
3	1.30	1.40	1.10	0.40
4	6.10	5.00	4.60	1.30
\bar{X}	2.30	1.90	2.15	0.73
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Datos calculados para la temperatura**

Muestra No.	Temperatura (°C)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	21.60	21.60	21.20	21.10
2	21.50	21.90	21.10	23.10
3	21.60	21.60	21.40	21.50
4	21.20	21.30	21.30	21.30
\bar{X}	21.48	21.60	21.25	21.75
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Datos calculados para el pH**

Muestra No.	pH			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	7.80	7.94	7.96	7.94
2	7.17	7.42	7.02	7.98
3	7.33	7.46	7.07	7.44
4	7.42	7.78	7.07	7.52
\bar{X}	7.43	7.65	7.28	7.72
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Datos calculados para la conductividad**

Muestra No.	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	466.70	163.75	226.25	158.75
2	163.75	167.50	231.25	167.50
3	176.10	177.60	267.00	173.60
4	185.90	188.90	258.00	211.00
\bar{X}	248.11	174.44	245.63	177.71
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos calculados para la dureza**

Muestra No.	Dureza (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	87.90	76.45	100.34	68.85
2	66.26	70.66	97.39	63.91
3	67.68	70.55	99.37	66.14
4	67.63	70.30	99.54	65.76
\bar{X}	72.37	71.99	99.16	66.17
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Datos calculados para el calcio**

Muestra No.	Calcio (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	21.32	18.57	22.70	16.52
2	16.18	16.95	22.15	15.60
3	16.06	16.41	21.43	15.58
4	16.41	16.85	22.68	16.01
\bar{X}	17.49	17.20	22.24	15.93
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Datos calculados para el magnesio**

Muestra No.	Magnesio (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	8.42	7.31	10.61	6.71
2	6.28	6.88	10.22	6.06
3	6.70	7.19	11.14	6.62
4	6.48	6.86	10.42	6.26
\bar{X}	6.97	7.06	10.60	6.41
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Datos calculados para los nitratos**

Muestra No.	Nitratos (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	3.15	4.02	16.78	3.66
2	3.99	4.91	18.06	4.75
3	4.27	4.74	17.17	4.77
4	5.66	5.71	17.37	4.96
\bar{X}	4.27	4.85	17.35	4.54
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Datos calculados para los nitritos**

Muestra No.	Nitritos (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	< 0.033	0.033	0.033	< 0.033
2	< 0.030	< 0.033	< 0.033	< 0.033
3	0.036	< 0.033	0.036	< 0.033
4	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
\bar{X}	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Datos calculados para el hierro**

Muestra No.	Hierro (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
2	< 0.03	< 0.03	0.04	< 0.03
3	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
4	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
\bar{X}	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
% cumplimiento	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Datos calculados para el cloro residual**

Muestra No.	Cloro residual (mg/l)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
\bar{X}	0	0	0	0
% cumplimiento	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Datos calculados para los coliformes totales**

Muestra No.	Coliformes totales (NMP/100 ml)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	> 2400	> 2400	8	12
2	> 2400	150	< 1	6
3	690	80	12	< 1
4	> 2400	50	25	< 1
\bar{X}	> 2400	670	11.5	5
% cumplimiento	0	0	25	50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Datos calculados para la *Escherichia Coli***

Muestra No.	Escherichia Coli (NPM/100 ml)			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	82	8	< 1	< 1
2	9	< 1	< 1	1
3	6	< 1	< 1	< 1
4	12	< 1	< 1	< 1
\bar{X}	27.25	2.75	< 1	< 1
% cumplimiento	0	75	100	75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Datos calculados para el Índice de Langelier

Muestra No.	Índice de Langelier			
	La Toma	La Chorrera	Pozo mecánico	Xipacay
1	-0.89	-0.87	-0.65	-0.98
2	-1.76	-1.46	-1.62	-0.95
3	-1.59	-1.44	-1.57	-1.51
4	-1.50	-1.11	-1.54	-1.42
\bar{X}	-1.44	-1.22	-1.35	-1.21
% cumplimiento	25.00	25.00	25.00	25.00

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo I. Norma para agua potable COGUANOR NGO 29 001

Tabla XXI. Características físicas

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29 001.

Tabla XXII. Características químicas

Característica	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.50 mg/L	1.00 mg/L
Conductividad	---	< de 1500 μ S/cm
Dureza total (CaCO ₃)	100.00 mg/L	500.00 mg/L
pH	7.00 – 7.50	6.50 – 8.50
Temperatura	15.00 °C – 25.00 °C	34.00 °C
Calcio (Ca)	75.00 mg/L	150.00 mg/L
Magnesio (Mg)	50.00 mg/L	100.00 mg/L

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29 001.

Tabla XXIII. **Substancias no deseadas**

Característica	LMA	LMP
Hierro total (Fe)	0.100 mg/L	1.00 mg/L
Nitrato (NO ₃ ⁻)	---	10.00 mg/L
Nitrito (NO ₂ ⁻)	---	1.00 mg/L

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29 001.

Anexo II. **Norma CATIE para uso del agua en la industria**

Tabla XXIV. **Especificaciones de los parámetros físicos y químicos para el uso del agua en la industria según norma CATIE**

Industria	pH	Dureza total (mg/L)	Otros
Alimentos en general	6.5 – 8.5	250.0	--
Bebidas carbonatadas	--	250.0	--
Destilerías y cervecerías	6.5 – 7.0	--	--
Jabón y detergentes	6.5 -8.5	130.0 – 150.0	--
Cemento	6.0 – 10.0	50.0 – 150.0	No corrosiva
Papel	6.0 – 10.0	50.0 – 150.0	--
Tenerías	6.0 – 8.0	50.0 – 150.0	--
Textiles	6.0 – 8.0	25.0	No corrosiva
Calderas	8.0 – 9.6	280.0	No corrosiva e incrustante

Fuente: GRAMAJO CIFUENTES, Byron Marell. *Determinación de la calidad del agua*. p. 49.

Anexo III. Índice de Langelier

Tabla XXV. Clasificación del agua según índice de Langelier

Índice de Langelier	Calidad del agua
≤ -0.96	Corrosiva
-0.95 a -0.51	Moderadamente corrosiva
-0.50 a -0.02	Ligeramente corrosiva
-0.02 a 0.02	Corrosión e incrustaciones mínimas
0.02 a 0.50	Ligeramente incrustante
0.51 a 0.75	Moderadamente incrustante
≥ 0.96	Incrustante

Fuente: GRAMAJO CIFUENTES, Byron Marel. *Calidad del agua*. p. 50.

Anexo IV. Dureza del agua

Tabla XXVI. Clasificación de la dureza del agua

Dureza (mg/l de CaCO ₃)	Clasificación del agua
0.0 – 50.0	Suave
50.0 – 150.0	Moderadamente dura
150.0 – 300.0	Dura
> 300	Muy dura

Fuente: GRAMAJO CIFUENTES, Byron Marel. *Dureza del agua*. p. 50.

Anexo V. Norma de la calidad del agua para uso agrícola por el Comité de Consultores de la Universidad de California

Tabla XXVII. Rangos de la calidad del agua para uso agrícola

Parámetro de calidad	Símbolo	Rango	Unidad
Turbiedad	-	1.00 – 30.00	NTU
pH	pH	6.50 – 8.50	Unidades de pH
Conductividad	CE a 25 °C	0 – 3000	µS/cm
Dureza	CaCO ₃	0 – 3.00	mg/l
Calcio	Ca	0 – 400	mg/l
Magnesio	Mg	0 – 60	mg/l
Hierro total	Fe	0 – 5.00	mg/l
Cloro residual	Cl ⁻	0.50 – 5.00	mg/l

Fuente: <http://mie.esab.upc.es/arr/T21E.htm>

Anexo VI. Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108: 1984 calidad del agua para uso recreativo

Tabla XXVIII. Límite máximo permisible de la calidad del agua para uso recreativo

Parámetro de calidad	LMP
Coliformes totales	< 2000 NPM/100 ml
Escherichia Coli	< 1.00 NPM/100 ml
pH	5.00 – 9.00

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua#Calidad_del_Agua_para_uso_Recreacional

Anexo VII. Informes de análisis de muestras

Figura 2. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la primera corrida en el nacimiento La Toma



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 1 de 4

No. del LNS: APC12-1294
Nombre del Producto: AGUA
Tipo de Muestra: AGUA
Condición de la Muestra: APROPIADA
Remitente: DR. RONULFO ÁLVAREZ RIVERA
Procedencia: A/S CHIMALTENANGO
MUESTRA No. 1
SISTEMA LA TOMA SAN ANDRÉS ITZAPA
VIVIENDA ESTUARDO CORTÉZ.

Marca: -----
Tipo de Recipiente: PLASTICO
Lote: -----
Fecha de Vencimiento: -----
Fecha de Ingreso: 25/09/2012
Fecha de Egreso: 22/10/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.80	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	466.7 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	0.8 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	3.15 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	3.6 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	21.32 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	8.42 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	87.90 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud


 Inga. Mónica Méndez de Maldonado
 Supervisora a.i.

Método:
⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 21.6°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
 DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor
SHS,CCh/MdeM

Código Laboratorio
CT45-CAS/0090

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com



Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 3. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la primera corrida en el nacimiento La Chorrera

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 2 de 4

No. del LNS:	APC12-1295	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ÁLVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	25/09/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO	Fecha de Egreso:	22/10/2012
	MUESTRA No. 2		
	SISTEMA LA CHORRERA		
	VIVIENDA CARLOS GÓMEZ.		

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.94	7 - 7.5	6,5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	163.75 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.1 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾ :	0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.02 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	1.5 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	18.57 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	7.31 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	76.45 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.6°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS.

GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor SHS,CCh/MdeM	Código Laboratorio CT45-CAS/0091
AdeD	

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.

PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011

E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 4. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la primera corrida en el pozo mecánico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMÉRICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

Página 3 de 4

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC12-1296
Nombre del Producto: AGUA
Tipo de Muestra: AGUA
Condición de la Muestra: APROPIADA
Remitente: DR. RONULFO ÁLVAREZ RIVERA
Procedencia: A/S CHIMALTENANGO
MUESTRA No. 3
POZO MECÁNICO
VIVIENDA ELMER ARENALES.

Marca: -----
Tipo de Recipiente: PLASTICO
Lote: -----
Fecha de Vencimiento: -----
Fecha de Ingreso: 25/09/2012
Fecha de Egreso: 22/10/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.96	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	226.25 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.8 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	16.78 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	1.8 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	22.70 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	10.61 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	100.34 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método: Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
La muestra fue analizada a temperatura de 21.2°C
Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUÍA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MAXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor SHS,CCh/MdeM	Código Laboratorio CT45-CAS/0092
-------------------------------------	-------------------------------------

AdeD

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 5. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la primera corrida en el nacimiento Xipacay



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1) Página 4 de 4

No. del LNS:	APC12-1297	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ÁLVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	25/09/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO MUESTRA No. 4 SISTEMA XIPACAY TANQUE PÚBLICO, CANTÓN SAN CRISTÓBAL.	Fecha de Egreso:	22/10/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.94	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	158.75 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	0.8 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	3.66 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	1.8 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽⁴⁾ :	16.52 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽⁴⁾ :	6.71 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	68.85 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.

Método:
⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 21.1°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
 DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS,CCh/MdeM	CT45-CAS/0093

AdeD

ÚLTIMA LÍNEA
Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 6. Informe de análisis bacteriológicos de las muestras en las cuatro fuentes de agua de la primera corrida



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGFP095
Rev. 0 (1 de 1) Página 1 de 1

No. del LNS:	APC12-1294-1297	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	VIDRIO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	25/09/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO	Fecha de Egreso:	11/10/2012

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
SISTEMA LA TOMA, SAN ANDRES ITZAPA - VIVIENDA ESTUARDO CORTEZ	> 2.4 x 10 ³ NMP/100mL	82 NMP/100mL
SISTEMA LA CHORRERA - VIVIENDA CARLOS GOMEZ	> 2.4 x 10 ³ NMP/100mL	8 NMP/100mL
SISTEMA POZO MECANICO - VIVIENDA ELMER ARENALES	8 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL
SISTEMA XIPACAY - TANQUE PUBLICO CANTON SAN CRISTOBAL	12 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL

Area Microbiología de Alimentos:

Método:
AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Substrato Definido (Collert).

NMP: Número Más Probable
ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):
SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL.



Lic. Víctor Hugo Jiménez
Coordinador Unidad de Alimentos

Analista/Supervisor

MS/VHD

Código Laboratorio

MIALR-MC01-12/469-470

AdeD

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 7. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la segunda corrida en el nacimiento La Toma



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1) Página 1 de 5

No. del LNS:	APC12-1405	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remite:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	23/10/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO SISTEMA LA TOMA VIVIENDA SINDY MAZARIEGOS	Fecha de Egreso:	06/11/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.17	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	163.75 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.0 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.03 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	3.99 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	4.7 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.18 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.28 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	66.26 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).



Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.5°C
Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS,CCh/MdeM	CT45-CAS/0162

AdeD

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 8. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la segunda corrida en el nacimiento La Chorrera



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1) Página 2 de 5

No. del LNS:	APC12-1406	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	23/10/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO SISTEMA LA CHORRERA VIVIENDA MIRIAM TENAS	Fecha de Egreso:	06/11/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.42	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽⁴⁾ :	167.5 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽⁴⁾ :	0.1 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.91 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽⁴⁾ :	3.7 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽⁴⁾ :	16.95 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽⁴⁾ :	6.88 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽⁴⁾ :	70.66 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método: Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001
 Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 21.9°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor SHS,CCh/MdeM	Código Laboratorio CT45-CAS/0163
-------------------------------------	-------------------------------------

AdeD

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 9. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la segunda corrida en el pozo mecánico

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 3 de 5

No. del LNS:	APC12-1407	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	23/10/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO POZO MECÁNICO VIVIENDA VÍCTOR GONZALEZ	Fecha de Egreso:	06/11/2012

Resultado de Análisis

ANÁLISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA.	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.02	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	231.25 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.1 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	0.04 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	18.06 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	2.0 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	22.15 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	10.22 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	97.39 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

- (1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
 (2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
 (3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.1°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS,CCh/MdeM	CT45-CAS/0164



Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 10. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la segunda corrida en el nacimiento Xipacay



REPÚBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMÉRICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1) Página 4 de 5

No. del LNS:	APC12-1408	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	23/10/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO SISTEMA XIPACAY VIVIENDA YONATAN PÉREZ	Fecha de Egreso:	06/11/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽⁴⁾ :	7.98	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽⁴⁾ :	167.5 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽⁴⁾ :	0.4 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽⁴⁾ :	4.75 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽⁴⁾ :	2.0 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽⁴⁾ :	15.60 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽⁴⁾ :	6.06 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽⁴⁾ :	63.91 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud


 Inga. Mónica Méndez de Maldonado
 Supervisora a.i.



Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
 (2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
 (3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001
 (4) Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 23.1°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS_CCh/MdeM	CT45-CAS/0164

AdeD

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin: previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 11. Informe de análisis bacteriológicos de las muestras en las cuatro fuentes de agua de la segunda corrida



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 5 de 5

No. del LNS:	APC12-1405-1408
Nombre del Producto:	AGUA
Tipo de Muestra:	AGUA
Condición de la Muestra:	APROPIADA
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO

Marca:	-----
Tipo de Recipiente:	VIDRIO
Lote:	-----
Fecha de Vencimiento:	-----
Fecha de Ingreso:	23/10/2012
Fecha de Egreso:	06/11/2012

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
*SISTEMA LA TOMA - VIVIENDA SINDY MAZARIEGOS	2.4 x 10 ³ NMP/100mL	9 NMP/100mL
*SISTEMA LA CHORRERA - VIVIENDA MIRIAM TENAS	1.5 x 10 ⁴ NMP/100mL	< 1 NMP/100mL
POZO MECÁNICO - VIVIENDA VÍCTOR GONZALEZ	< 1 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL
*SISTEMA XIPACAY - VIVIENDA YONATAN PÉREZ	6 NMP/100mL	1 NMP/100mL

Area Microbiología de Alimentos:





Licda. Leyda Patricia de Arriola
Supervisora

Método:
AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Substrato Definido (Colliert).

NMP: Número Más Probable
ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
***MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):**
SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
MS/LD	MIALR-MC01-12/514-515

AdeD

ÚLTIMA LÍNEA
Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 12. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la tercera corrida en el nacimiento La Toma



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

Página 1 de 5

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC12-1485

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición (s) de la Muestra: APROPIADA

Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA

Procedencia: A/S CHIMALTENANGO. MUESTRA No. 1, SISTEMA LA TOMA, VIVIENDA MARIELA CORTES.

Marca:

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote:

Fecha de Vencimiento:

Fecha de Ingreso: 20/11/2012

Fecha de Egreso: 11/12/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.33	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	176.1 µS/cm	.....	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.3 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	0.036 mg/L	.....	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.27 mg/L	.....	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	0.8 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.06 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.70 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	67.68 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.6°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

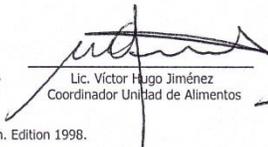
* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

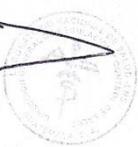
*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".



Lic. Víctor Hugo Jiménez
Coordinador Unidad de Alimentos



Analista/Supervisor
SHS,CCh/VHJ

Código Laboratorio
CT45-CAS/216

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 13. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la tercera corrida en el nacimiento La Chorrera



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMÉRICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 2 de 5

No. del LNS:	APC12-1486	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	20/11/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO, MUESTRA No. 2, SISTEMA LA CHORRERA, VIVIENDA DOMERTO MONTUFAR.	Fecha de Egreso:	11/12/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.46	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	177.6 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.4 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.74 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	0.4 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.41 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	7.19 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	70.55 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.6°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACCEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

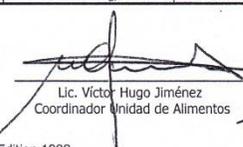
** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS,CCh/VHJ	CT45-CAS/217



Lic. Víctor Hugo Jiménez
Coordinador Unidad de Alimentos



CONTINÚA

Prohíbida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 14. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la tercera corrida en el pozo mecánico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

Página 3 de 5

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS:	APC12-1487	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	20/11/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO. MUESTRA No. 3, SISTEMA POZO MECANICO, VIVIENDA HECTOR PEREZ.	Fecha de Egreso:	11/12/2012

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.07	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	267 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.1 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	0.036 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	17.17 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	< 0.2 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	21.43 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	11.14 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	99.37 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.4°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

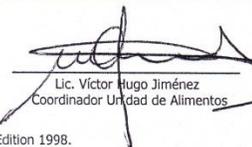
* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".



Lic. Víctor Hugo Jiménez
Coordinador Unidad de Alimentos



Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS_CCh/VHJ	CT45-CAS/218

LAR

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 15. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la tercera corrida en el nacimiento Xipacay



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
 DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

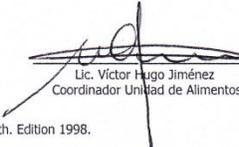
Página 4 de 5

UGCF095, Rev. 0 (1 de 1)	No. del LNS: APC12-1488	Marca: -----	
	Nombre del Producto: AGUA	Tipo de Recipiente: PLASTICO	
	Tipo de Muestra: AGUA	Lote: -----	
	Condición de la Muestra: APROPIADA	Fecha de Vencimiento: -----	
	Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso: 20/11/2012	
	Procedencia: A/S CHIMALTENANGO, MUESTRA No. 4, SISTEMA XICAPAY, VIVIENDA ZAMORA.	Fecha de Egreso: 11/12/2012	

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.44	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	173.6 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	0.4 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.77 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	< 0.2 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	15.58 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.62 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	66.14 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud


 Lic. Víctor Hugo Jiménez
 Coordinador Unidad de Alimentos



Método:
 (1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
 (2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
 (3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 21.5°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
 **** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
 DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
SHS,CCh/VHJ	CT45-CAS/219

LAR

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 16. Informe de análisis bacteriológicos de las muestras en las cuatro fuentes de agua de la tercera corrida



REPÚBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMÉRICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 5 de 5

No. del LNS: APC12-1485-1488	Marca: -----	Tubo de Recipiente: VIDRIO
Nombre del Producto: AGUA	Tipo de Recipiente: -----	Lote: -----
Tipo de Muestra: AGUA	Fecha de Vencimiento: 20/11/2012	Fecha de Ingreso: 11/12/2012
Condición de la Muestra: APROPIADA	Fecha de Egreso: -----	
Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA		
Procedencia: A/S CHIMALTENANGO		

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
* SISTEMA LA TOMA - VIVIENDA MARIELA CORTES	6.9 X 10 ² NMP/ 100mL	6 NMP/ 100mL
* SISTEMA LA CHORRERA - VIVIENDA DOMERTO MONTUFAR	80 NMP/ 100mL	< 1 NMP/ 100mL
* POZO MECANICO - VIVIENDA HECTOR PEREZ	12 NMP/ 100mL	< 1 NMP/ 100mL
SISTEMA XIPACAY - VIVIENDA DAVID ZAMORA	< 1 NMP/ 100mL	< 1 NMP/ 100mL

Area Microbiología de Alimentos:



Licda. Leyla Cabroy Arriola
Supervisora

Método:
AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Sustrato Definido (Collit).

NMP: Número Más Probable
ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
* **MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):**
SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL

Analista/Supervisor MS/LD	Código Laboratorio MIALR-MC01-12/546-547
------------------------------	---

LAR

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 17. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la cuarta corrida en el nacimiento La Toma



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

Página 1 de 4

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC12-1562

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición de la Muestra: APROPIADA

Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA

Procedencia: A/S CHIMALTENANGO, MUESTRA No. 1, VIVIENDA MARIELA CORTES, SISTEMA LA TOMA.

Marca: -----

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote: -----

Fecha de Vencimiento: -----

Fecha de Ingreso: 11/12/2012

Fecha de Egreso: 03/01/2013

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.42	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	185.9 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	6.1 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	5.66 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	3.0 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.41 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.48 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	67.63 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.2°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CCh,SHS/MdeM	CT45-CAS/284

LAR

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 18. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la cuarta corrida en el nacimiento La Chorrera



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

Página 2 de 4

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC12-1563

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición de la Muestra: APROPIADA

Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA

Procedencia: A/S CHIMALTENANGO. MUESTRA No. 2, VIVIENDA CARLOS CHICAS, SISTEMA LA CHORRERA.

Marca: -----

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote: -----

Fecha de Vencimiento: -----

Fecha de Ingreso: 11/12/2012

Fecha de Egreso: 03/01/2013

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.78	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	188.9 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	5.0 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽²⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽³⁾ :	5.71 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	2.3 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.85 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.86 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	70.30 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud


 Inga. Mónica Méndez de Maldonado
 Supervisora a.i.

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor

CCh,SHS/MdeM

Código Laboratorio

CT45-CAS/285

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio nacional desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 19. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la cuarta corrida en el pozo mecánico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 3 de 4

No. del LNS:	APC12-1564	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	11/12/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO, MUESTRA No. 3, VIVIENDA YASMIN SALAZAR, SISTEMA POZO MECANICO.	Fecha de Egreso:	03/01/2013

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.07	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	258 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	4.6 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽³⁾ :	17.37 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	< 0.2 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	22.68 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	10.42 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	99.54 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001



Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.3°C
Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CCh,SHS/MdeM	CT45-CAS/286

LAR

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 20. Informe de análisis físicos y químicos de muestras de la cuarta corrida en el nacimiento Xipacay



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 4 de 4

No. del LNS:	APC12-1565	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso:	11/12/2012
Procedencia:	A/S CHIMALTENANGO, MUESTRA No. 4, VIVIENDA DAVID PEREZ, SISTEMA XIPACAY	Fecha de Egreso:	03/01/2013

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.52	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	211 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.3 UNT	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ :	4.96 mg/L	-----	10 mg/L***
Color ⁽¹⁾ :	1.7 u	5.0 u****	35 u****
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	16.01 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	6.26 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	65.76 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

**** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANUNGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".



Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CCh_SHS/MdeM	CT45-CAS/287

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud

Figura 21. Informe de análisis bacteriológicos de las muestras en las cuatro fuentes de agua de la cuarta corrida



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)
Página 1 de 1

No. del LNS: APC12-1562-1565	Marca: -----
Nombre del Producto: AGUA	Tipo de Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: AGUA	Lote: -----
Condición de la Muestra: APROPIADA	Fecha de Vencimiento: -----
Remitente: DR. RONULFO ALVAREZ RIVERA	Fecha de Ingreso: 11/12/2012
Procedencia: A/S CHIMALTENANGO	Fecha de Egreso: 17/12/2012

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
* SISTEMA LA TOMA, VIVIENDA MARIELA CORTES	> 2.4 X 10 ³ NMP/100mL	12 NMP/100mL
* SISTEMA LA CHORRERA, VIVIENDA CARLOS CHICAS	50 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL
* SISTEMA POZO MECANICO, VIVIENDA YASMIN SALAZAR	25 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL
SISTEMA XIPACAY, VIVIENDA DAVID PEREZ	< 1 NMP/100mL	< 1 NMP/100mL

Area Microbiología de Alimentos:

Método:
AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Substrato Definido (Collert).

NMP: Número Más Probable
ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
* **MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):**
SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL





Lic. Víctor Hugo Jiménez
Coordinador Unidad de Alimentos

Analista/Supervisor

MS/VHJ

Código Laboratorio

MIALR-MC01-12/584-585

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud