UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS PARA AGUA APTA PARA CONSUMO HUMANO DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE, CHALATENANGO.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

NORMA DEL CARMEN AGUILAR ZAMORA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2012

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL, CALIDAD AMBIENTAL

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL, TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL

Licda. María Luisa Ortiz de López

DOCENTES DIRECTORES

Licda. Rosa Linda Montes

Lic. Ramón Alberto Murcia Saavedra

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por sus múltiples bendiciones. A mis padres, hermanos y hermana por su apoyo y ayuda, a mis amigos y amigas por su comprensión y colaboración. A mis asesores de trabajo de graduación porque me ayudaron a salir adelante con la última fase de mi carrera y a todos los docentes que colaboraron con su sabiduría para formarme como profesional.

DEDICATORIA

“Lo más bello de la vida no es tener riquezas, si no tener personas que nos aman y que por nosotros se interesan, yo las tengo”

En primer lugar a Dios por darme la sabiduría, fortaleza y paciencia, a mis padres por sus consejos, sus oraciones y por su confianza ya que nunca permitieron que me diera por vencida, a mis hermanos y en especial a mi hermana porque siempre estuvo conmigo, me dio todo su apoyo y su cariño, a mis amigos y amigas que siempre me dieron ánimos para que culminara la carrera.

INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xvii
Capitulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
Capitulo III	
3.0 Marco teórico	
3.1 Generalidades	22
3.2 Definiciones técnicas para agua potable	24
3.3 Índices de calidad del agua	24
3.4 Parámetros fisicoquímicos	24
3.4.1 Color	26
3.4.2 Olor	26
3.4.3 Sabor	27
3.4.4 Determinación de pH	28
3.4.5 Solidos totales	28
3.4.6 Turbidez	29
3.4.7 Temperatura	30
3.4.8 Alcalinidad	30
3.4.9 Dureza total	31
3.4.10 Hierro	32
3.4.11 Manganeso	33
3.4.12 Flúor	34
3.4.13 Arsénico	34
3.4.14 Plomo	35

3.4.15 Sulfatos 36
3.4.16 Nitritos y Nitratos 36
3.5 Espectroscopia 37
3.5.1 Espectroscopia de Absorción Atómica 38
3.6 Parámetros bacteriológicos 42
3.6.1 Generalidades 42
3.6.2 Bacterias heterótrofas 43
3.6.3 Grupo coliforme 44
3.6.4 Coliformes fecales 44
3.6.5 *Escherichia coli* 45
3.6.6 Técnica para el estudio microbiológico 46
3.6.6.1 Técnica del recuento heterotrófico en placa 46
3.6.6.2 Técnica de los tubos múltiples de fermentación 49
3.7 Enfermedades hídricas 50
3.7.1 Generalidades 50
3.8 Ubicación Geográfica 53
3.8.1 Ubicación de la zona de muestreo de agua potable 53
3.8.1.1 Manantial El Cafetal I 53
3.8.1.2 Manantial La Ceiba 53
3.8.1.3 Tanques 53
3.8.1.4 Viviendas 53
Capitulo IV
4.0 Diseño metodológico 55
4.1 Tipo de estudio 55
4.2 Investigación bibliográfica 55
4.3 Investigación de campo 55
4.4 Tipo de muestreo 56
4.5 Recolección 56
4.6 Investigación de laboratorio 56

4.6.1 Determinación de parámetros fisicoquímicos 56
4.6.1.1 Color 57
4.6.1.2 Temperatura 58
4.6.1.3 Determinación de pH 59
4.6.1.4 Solidos disueltos totales 59
4.6.1.5 Turbidez 59
4.6.1.6 Determinación de sulfatos 60
4.6.1.7 Determinación de Nitratos 61
4.6.1.8 Determinación de Nitritos 62
4.6.1.9 Determinación de Flúor 62
4.6.1.10 Determinación de Dureza total 63
4.6.1.11 Determinación de Alcalinidad 64
4.6.1.12 Determinación de Manganeso total 65
4.6.1.13 Determinación de Hierro total 65
4.6.1.14 Determinación de Plomo 66
4.6.1.15 Determinación de Arsénico 67
4.6.2 Determinación de parámetros microbiológicos 68
4.6.2.1 Técnica para el recuento heterótrofo de placa 69
4.6.2.2 Determinación de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* 70
CAPITULO V
5.0 Resultados e interpretación 75
CAPITULO VI
6.0 Conclusiones 89
CAPITULO VII
7.0 Recomendaciones 92
Bibliografía
Anexos

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°		Pág.
1.	Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 13.07.01:08 Agua. Agua potable	99
2.	Equipo, materiales y reactivos	121
3.	Preparación de reactivos	125
4.	Ubicación geográfica	128
5.	Esquema de toma de muestra	132
6.	Cuadro de morbilidades de SIBASI 2011	134
7.	Procedimientos de análisis	136
8.	Notas de Alcaldía Municipal de Concepción Quezaltepeque	154
9.	Imágenes de la parte experimental	157

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.
1.	Interpretación de la Dureza	32
2.	Generalidades de la Espectroscopia de Absorción Atómica	38
3.	Ventajas y desventajas del equipo de Espectroscopia de Absorción Atómica	38
4.	Enfermedades hídricas	50
5.	Parámetros Físicos y organolépticos	76
6.	Parámetros Físicos y organolépticos	78
7.	Parámetros Químicos	80
8.	Parámetros Químicos	82
9.	Parámetros Microbiológicos	84
10.	Parámetros Microbiológicos	86

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1.	Diagrama de bloques des espectrofotómetro de absorción Atómica	40
2.	Mapa del Departamento de Chalatenango	128
3.	Zona urbana de Concepción Quezaltepeque	129
4.	Motochico, lugar de los manantiales	130
5.	Esquema para la toma de muestras de agua	132
6.	Manantial El Cafetal 1	157
7.	Manantial La Ceiba	157
8.	Tanquilla San Antonio	158
9.	Tanque Barrio Concepción	158
10.	Casa de Victoria Cuellar	159
11.	Mercado Municipal	159
12.	Casa de Rosario Pérez	160
13.	Casa de Manuel López	160
14.	Casa de Familia Aguilar	161
15.	Medio de los tubos Múltiples	162
16.	Presencia de Coliformes	162
17.	Presencia de ***Escherichia coli***	163
18.	Recuento de Bacterias Heterótrofas	163

ABREVIATURAS

ºC	Grados Celsius
Pt-Co	Platino Cobalto
mg	Miligramo
L	Litro
mL	Mililitro
Fig	Figura
UNT	Unidad Nefelometrícas de Turbidez
nm	Nanómetro
N°	Número
ppm	Parte por millón
Fe	Hierro
Mn	Manganeso
Pb	Plomo
UFC	Unidad Formadora de Colonia
MR	Rojo de Metilo
g	Gramo
µ	Micra
Pág.	Página

RESUMEN

RESUMEN

La cantidad de sustancias contaminantes que se encuentran en el agua apta para consumo humano están normadas y es indispensable que las características fisicoquímicas y microbiológicas estén dentro de los parámetros específicos establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

El presente estudio tuvo como finalidad aplicar determinados parámetros fisicoquímicos y microbiológicos al agua que consume la población urbana de Concepción Quezaltepeque, Departamento de Chalatenango, ya que el agua es un bien de consumo humano y en muchas ocasiones es un vehículo de enfermedades parasitarias, gastrointestinales.

La investigación comprendió la toma de muestras de agua que consume la zona urbana de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango, por lo que se seleccionó desde los manantiales hasta una de las casas de los cinco barrios de la zona; posteriormente se tomaron 18 muestras en el mes de Septiembre de 2011, las cuales fueron de los siguientes lugares: Dos muestras del manantial El Cafetal I, dos del manantial La Ceiba, dos del tanque Concepción, dos de la Tanquilla San Antonio, dos del barrio San Antonio, dos del barrio Concepción, dos del barrio El Centro, dos del barrio San José y dos del barrio San Jacinto. La calidad del agua que consumen los habitantes se determinó mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos tales como: Color, Olor, Sabor, pH, Solidos disueltos totales, Turbidez, Temperatura, Dureza total, Hierro total, Manganeso total, Sulfatos, Nitratos, Flúor, Nitritos, Arsénico, Plomo y Alcalinidad total; así como también se evaluó la calidad microbiológica realizando las siguientes determinaciones: Coliformes totales, Coliformes fecales, ***Escherichia coli*** y recuento de bacterias heterótrofas. Luego se compararon los resultados con los parámetros exigidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Se concluye con respecto a los análisis realizados a las muestras del agua que consumen los habitantes de la zona seleccionada que para los parámetros fisicoquímicos si cumplen con los límites de la norma pero no cumplen con los requerimientos microbiológicos. Además se elaboró un informe de los resultados obtenidos y se le entrego al Concejo Municipal como ente responsable de la distribución.

Se recomienda al Concejo Municipal y al personal competente de la Unidad de salud que se dé el tratamiento adecuado de cloración al agua para mejorar la calidad de esta y que realicen monitoreo constante, además de impartir charlas educativas a los habitantes.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana y la mala calidad de ésta, afecta a infinidad de actividades vitales en el ser humano.

En el municipio de Concepción Quezaltepeque ubicado en el Departamento de Chalatenango, utilizan agua proveniente de manantiales para el consumo de los habitantes, por lo que se hace necesario la determinación de los parámetros básicos que establece la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

En la presente investigación se determinó si el agua es apta o no para consumo humano, para ello se recolectaron 18 muestras en el mes de Septiembre de 2011, las cuales fueron tomadas de los siguientes lugares: Dos muestras del manantial El Cafetal I, dos del manantial La Ceiba, dos del tanque Concepción, dos de la Tanquilla San Antonio, dos del barrio San Antonio, dos del barrio Concepción, dos del barrio el centro, dos del barrio San José y dos del barrio San Jacinto, en las cuales se determinaron los parámetros fisicoquímicos tales como: Olor, Color verdadero, Sabor, Turbidez, pH, Temperatura, Sulfatos, Sólidos totales disueltos, Hierro total, Plomo, Arsénico, Nitritos, Nitratos, Alcalinidad, Dureza total, Flúor, Manganeso total; los métodos utilizados fueron: por Espectroscopia de Absorción Atómica con Horno de Grafito, Espectrofotométrico, Nefelometríco, Titrimétrico y método directo; y dentro de los parámetros microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes fecales, ***Escherichia coli*** y Recuento total de bacterias heterótrofas, dichos parámetros son de acuerdo a la referencia de la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Los análisis de la presente investigación se desarrollaron en Laboratorio Especializado de Control de Calidad (LECC). La duración del trabajo de graduación fue de un año.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua apta para consumo humano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Tomar muestra de agua de la zona urbana de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango según la norma NSO 13.07.01:08.

2.2.2 Realizar análisis de parámetros físicos y organolépticos según NSO 13.07.01:08

2.2.3 Realizar análisis de parámetros químicos como: Dureza total, Flúor, Manganeso, Hierro, Nitritos, Nitratos, Alcalinidad, Sulfatos, Arsénico, Plomo; según la NSO 13.07.01:08

2.2.4 Realizar análisis según NSO 13.07.01:08 de parámetros microbiológicos como: Bacterias coliformes totales, coliformes fecales, ***Escherichia coli***, recuento de bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas.

2.2.5 Comparar los resultados obtenidos con los valores permitidos por la NSO 13.07.01:08.

2.2.6 Dar a conocer los resultados a los miembros del Consejo Municipal de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3. MARCO TEORICO

La molécula de agua está formada por dos átomos de Hidrogeno unidos a un átomo de Oxigeno por medio de dos enlaces covalentes. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de 104'5º. El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.

El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. (16)

3.1 Generalidades. (13)(14)(20)

El termino calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para la cual el agua es destinada. De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad del agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Cuando hablamos de agua de consumo humano nos referimos a:

a) El agua utilizada para beber, cocinar, preparar alimentos en sus diferentes etapas, higiene personal y otros usos domésticos.
b) El agua utilizada en la industria de alimentos (para la limpieza de superficies y elaboración de los mismos).

c) La suministrada en una actividad comercial o pública, ejemplo: centros comerciales, hoteles, restaurantes, casas rurales, escuelas, oficinas, etc.

Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro. La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos. Estas condiciones tienen relevancia ya que, según los tipos de substratos por los que viaje el agua, esta se cargará de unas sales u otras en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dicho sustrato. La cantidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra. Lógicamente, para una cantidad de contaminantes dada, cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos y la pérdida de la calidad será menor. Por otra parte, la temperatura tiene relevancia, ya que los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de residuos potencialmente tóxicos se pueden ver acelerados por el aumento de temperatura. El agua encontrada en estado natural nunca está en estado puro, sino que presentan sustancias disueltas y en suspensión. Estas sustancias pueden limitar, de modo igualmente natural, el tipo de usos del agua. Las aguas hipersalinas o muy sulfurosas, por ejemplo, no se pueden usar como agua potable o de riego.

El agua debe reunir dos características:

1.- Estar exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores.

2.- Estar exenta de sustancias que le comuniquen sensaciones sensoriales desagradables para el consumo (color, turbiedad, olor, sabor).

3.2 Definiciones técnicas para agua potable. (6)(21)

Agua potable: Es el agua apta para el consumo humano, la cual debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales, cumpliendo con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable.

Agua tratada: Corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.

Agua Clorada: Es el agua sometida a un proceso de desinfección por medio de cloro y sus derivados en concentraciones que cumplen la norma.

3.3 Índices de calidad del agua. (14)

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de autodepuración.

3.4 Parámetros fisicoquímicos. (7)(14)

El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores. Los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo basándose principalmente en sus sentidos. Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y

aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla. En casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre. Es por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas.

Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden señalar cambios en la calidad del agua bruta o cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse.

Significa que no deberá contener cuerpos o sustancias extrañas de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo que la hagan peligrosa para la salud de la población. Deberá ser prácticamente incolora, inodora, insípida, límpida y transparente. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos de cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud. Con las denominaciones de agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas.

FISICOS

3.4.1 Color. (5)(7)

El término color se asocia al concepto de color puro, esto es, el color del agua cuya turbidez ha sido eliminada. El termino color aparente engloba no solo el color debido a las sustancias disueltas, sino también a las materias en suspensión. Tal color aparente se determina en la muestra original sin filtrar ni centrifugar.

El color se determina mediante comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de soluciones coloreadas, este método es aplicable a casi todas las muestras de agua potable. La polución por algunos residuos industriales suele producir colores poco habituales que no pueden equipararse. En este caso debe utilizarse un método instrumental.

El color de las aguas se determina por medio del método patrón que es por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color de un agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón cuyo color es igual al del agua examinada.

3.4.2 Olor. (5)(7)

El olor como el gusto, depende del contacto de una sustancia estimulante con la adecuada célula receptora. Los estímulos son de naturaleza química, y por ello se suele decir que el olfato y el gusto son sentidos químicos. El agua es un medio neutro que siempre se haya presente en o sobre las membranas que perciben la respuesta sensorial. En su forma pura, el agua no produce sensaciones olfativas o gustativas. Debido a la respuesta sensorial adversa, el hombre y los animales pueden evitar muchos alimentos potencialmente tóxicos

por lo que estos mismos sentidos proporcionan el primer aviso de virtuales riesgos ambientales.

El olor se reconoce como un factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos que se preparan con ella). Muchas sustancias orgánicas y algunas inorgánicas influyen en el gusto y el olor. Estas sustancias pueden tener su origen en vertidos de residuos municipales e industriales, en factores naturales, como la descomposición de materias vegetales, o de una actividad microbiana asociada. El consumo de doméstico y los procesos industriales, como los de elaboración de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos, requieren el empleo de un agua esencialmente libre de de olor y sabor.

Las pruebas de olor se llevan a cabo para proporcionar descripciones cualitativas y medidas cuantitativas aproximadas de la intensidad del olor. El método de medida de la intensidad es la prueba del umbral de olor, basada en un método de límites. Las pruebas sensoriales son útiles para indagar la calidad de las aguas tratadas y no tratadas, y para controlar el olor a lo largo de los procesos de tratamiento. Con ellas se puede valorar la eficacia de distintos tratamientos y proporcionar un medio de detectar la fuente de contaminación.

3.4.3 Sabor. (5)(7)

El gusto define solamente de las sensaciones gustativas que se designan como amargas, saladas, acidas y dulces, resultantes de la estimulación química de las terminaciones nerviosas sensitivas de las papilas de la lengua y del paladar blando. El sabor abarca un complejo de sensaciones olfativas, gustativas y táctiles, generadas por el estímulo de terminaciones nerviosas situadas en la lengua y de las cavidades nasal y bucal. Las muestras de agua depositadas en la boca para hacer un análisis sensorial siempre producen un sabor, aunque en

el puede predominar el gusto, el olor o la sensación bucal, dependiendo del estímulo químico.

3.4.4 Determinación de pH. (5)(7)

Aunque el pH no ejerce por lo general un efecto directo en los consumidores, es uno de los principales parámetros operativos de la calidad del agua al que se debe prestar gran atención en todas las fases del tratamiento a fin de que el agua se clarifique y desinfecte satisfactoriamente.

El pH óptico varía según la composición del agua y el tipo de materiales de construcción utilizados en el sistema de distribución pero con frecuencia se sitúa entre 4,0 a 9,0. Los valores extremos del pH pueden ser resultados de vertimientos accidentales, de interrupciones del proceso de tratamiento o del curado insuficiente del revestimiento del mortero de cemento utilizado en las tuberías.

La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas ya que prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización acido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH.

3.4.5 Sólidos Totales. (5)(7)

Sólidos totales es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los sólidos totales suspendidos o porción de sólidos totales retenida por un filtro, y los sólidos disueltos totales o porción que atraviesa por un filtro.

El total de sólidos disueltos (TSD) puede tener importantes efectos en el sabor del agua potable. Se considera generalmente que, con concentraciones del

TSD inferiores a 600mg/Litro, el agua tiene el sabor agradable, que se deteriorara progresivamente cuando la concentración sobrepasa 1200mg/Litro.

Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas.

Los sólidos disueltos están constituidos por material ya sea orgánico y/o inorgánico soluble en agua y los sólidos suspendidos están constituidos por material grosero o coloidal, ya sea orgánico o inorgánico.

3.4.6 Turbidez. (5)(7)

La transparencia del agua es importante para la elaboración de productos destinados a consumo humano y para numerosos usos industriales. La transparencia de una masa natural de agua es un factor decisivo para la calidad y productividad de estos sistemas.

La turbidez es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

La causa de la turbiedad del agua de consumo humano es la presencia de partículas que puede deberse a que el tratamiento ha sido insuficiente o a que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución. En el caso de algunas aguas subterráneas puede deberse también a la presencia de partículas de materia inorgánica.

Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacterias. Por lo tanto, cuando el agua ha de desinfectarse, la turbiedad debe ser baja para que la desinfección resulte eficaz.

Generalmente, la apariencia del agua con una turbiedad inferior a 5 unidades nefelométricas es aceptable para los consumidores, aunque esto puede variar según las circunstancias locales. No obstante se recomienda que la turbiedad se mantenga lo más bajo posible debidos a sus efectos microbiológicos.

3.4.7 Temperatura. (5)(7)

Es una propiedad física de un sistema en la que se da una transferencia de energía térmica o calor, entre ese sistema y otros. Cuando existe una diferencia de temperatura, el calor tiende a transferirse del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico. En el sistema internacional de unidades, la unidad de temperatura es el Kelvin. Sin embargo está muy generalizado el uso de otras escalas de temperatura, concretamente es la escala Celsius (o centígrado). Una diferencia de temperatura de un Kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado.

Las temperaturas elevadas, consecuencia de descargas de agua calentada, pueden tener un impacto ecológico significativo. A menudo la fuente de aporte hídrico, como en los manantiales profundos, solo es posible efectuando medidas de temperatura.

El agua fresca es generalmente más agradable que el agua caliente. Las elevadas temperaturas favorecen la proliferación de microorganismos y pueden agravar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

QUIMICOS

3.4.8 Alcalinidad. (5)

La alcalinidad del agua es su capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables. El valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final utilizado. La alcalinidad es la medida de una propiedad agregada del agua, y solamente puede interpretarse en

términos de sustancias específicas cuando se conoce la composición química de la muestra. La alcalinidad es importante en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y residuales. La alcalinidad de muchas aguas de superficie depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. Los valores determinados pueden incluir también la contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases, cuando se hallen presentes. La alcalinidad por exceso de concentración de metales alcalinoférreos tiene importancia para la determinación de la aceptabilidad de un agua.

3.4.9 Dureza total. (5)(7)(8)

La Dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.

La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles. En calderas y sistemas enfriados por agua, se producen incrustaciones en las tuberías y una pérdida en la eficiencia de la transferencia de calor. Además le da un sabor indeseable al agua potable. Grandes cantidades de dureza son indeseables por razones antes expuestas y debe ser removida antes de que el agua tenga uso apropiado para la industria de bebidas, lavanderías acabados metálicos, teñidos y textiles. La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/L de dureza. Niveles superiores a 500 mg/L son indeseables para uso doméstico. La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente.

Existen dos tipos de Dureza:

Dureza Temporal: Está determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación de precipitados formados por filtración, también se le conoce como dureza de carbonatos.

Dureza Permanente: Está determinada por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. No puede ser eliminada por ebullición del agua y también se le conoce como “Dureza de No Carbonatos”.

Cuadro N°. 1 Interpretación de la Dureza

Dureza como $CaCO_3$ (ppm)	Interpretación
0-75	Agua suave
75-150	Agua poco dura
150-300	Agua dura
>300	Agua muy dura

En agua potable: el límite máximo permisible es de 300 mg/L de dureza

Almacenaje de la muestra. La muestra puede ser recolectada y almacenada en un recipiente de plástico, bien tapado.

Fundamento. El calcio se valora con EDTA en medio fuerte alcalino, en estas condiciones el magnesio presente precipita como $Mg(OH)_2$ y no interfiere en la valoración del calcio. El indicador que se utiliza en esta valoración es murexida o purpurato de amonio (sal amónica de la purpurina) que forma con el calcio en medio alcalino un color rosado y al final de la valoración cambia a color morado.

3.4.10 Hierro. (5)(7)

Es una sustancia no deseable en el agua de consumo humano. Niveles altos de hierro producen sabores metálicos en el agua, producen incrustaciones en la

red, da compuestos coloreados con el cloro y además produce manchas en la ropa durante el lavado.

Los depósitos de hierro se acumulan en los tubos de cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua. Estos depósitos producen restricción del flujo normal del agua y reducen la presión del agua sobre la misma.

El hierro está presente en el agua para consumo humano debido a la utilización de coagulantes de hierro, los cuales son compuestos químicos que se adicionan al agua para neutralizar las cargas de las partículas y así facilitar su coagulación: sulfato ferroso o férrico; o a corrosión de hierro fundido durante el proceso de distribución.

3.4.11 Manganeso. (5)(7)

Aunque el manganeso se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno, parte o todo el manganeso de una instalación de tratamiento de agua puede aparecer en un estado de valencia superior. La determinación del manganeso total no diferencia entre los diversos estados de valencia. Existe la evidencia de que el manganeso se encuentra en las aguas superficiales tanto en suspensión en su forma tetravalente, como en la forma trivalente en un complejo soluble relativamente estable.

Aunque las concentraciones de manganeso inferiores a 0.1 mg/L resultan generalmente aceptables para los consumidores, esto puede variar según las circunstancias locales. En concentraciones superiores a las de 0.1 mg/L, el manganeso contenido en el agua mancha las instalaciones de fontanería y la ropa lavada y da a las bebidas un sabor desagradable. Como en el caso del hierro, la presencia de manganeso en el agua potable puede ser que se

acumulen depósitos en el sistema de distribución. Incluso una concentración de 0.02 mg/L ocasiona con frecuencia la aparición en las tuberías de un revestimiento que puede desprenderse en forma de un precipitado negro. Además ciertos organismos de efectos molestos concentran el manganeso lo cual hace que el agua distribuida presente problemas de sabor, olor y turbiedad.

3.4.12 Flúor. (5)(8)

El fluoruro es un elemento bastante común y representa aproximadamente 0,3 g/Kg de la corteza terrestre. En muchos tipos de agua se encuentran trazas de fluoruros y las concentraciones más altas se asocian generalmente con las fuentes de agua subterránea. Los fluoruros algunas veces pueden llegar al agua de un rio como el resultado de las descargas industriales.

El fluoruro puede aparecer naturalmente en el agua o se puede adicionar en cantidades controladas. Cuando el nivel del fluoruro excede de los límites recomendados puede producir fluorosis. El mantenimiento de su concentración óptima es esencial para conservar la eficacia y seguridad del procedimiento de floración.

3.4.13 Arsénico. (5)(8)

El arsénico está presente en forma natural en todas partes del medio ambiente y suele hallarse en forma de compuestos de azufre y otros muchos metales (Cobre, Cobalto, Plomo, Zinc, etc.) La concentración promedia en la corteza terrestre es de aproximadamente 2 mg/Kg. Si bien el arsénico existe en forma orgánica como inorgánica, los niveles de arsénico en el medio ambiente términos de arsénico total.

Presencia en el agua: Muchos compuestos arsenicales son solubles en el agua y por eso puede producirse la contaminación del agua. Aun no se ha podido dilucidar completamente la forma química que toma el arsénico en el agua, pero

si se han identificado sus formas trivalente y pentavalente; se han encontrado en el agua algunas formas de arsénico orgánico.

Un gran número de sistemas de abastecimiento de agua contienen niveles muy bajos de arsénico, esto es, muy por debajo de 10 µg/L. En algunas situaciones especiales se han producido grandes contaminaciones en los sistemas de abastecimiento de agua y, como resultado, se han producido varios miles de microgramos de arsénico por litro de agua.

3.4.14 Plomo. (5)(8)

Se ha producido algún tipo de contaminación del ambiente como el resultado de su uso en los trabajos de minería y de fundición o del empleo de productos elaborados con plomo. Por consiguiente está presente en el aire, los alimentos, el agua, el suelo, el polvo y la nieve. El plomo en el ambiente existe casi enteramente en forma inorgánica, pueden aparecer pequeñas cantidades de plomo orgánico como resultado del uso de gasolina con plomo y de procesos naturales de alkilación que producen compuestos de plomo metílico.

El plomo es un importante veneno que se acumula en el organismo.

Las aguas naturales rara vez contienen por encima de 5 µg/L. El plomo de un suministro de agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo blandas y acidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del tanque de las tuberías de servicio. Las concentraciones en el agua tratada, antes de su distribución, son generalmente más bajas que en las fuentes, ya que el plomo se remueve parcialmente en la mayor parte de las plantas de tratamiento de agua. No obstante, los niveles en el agua potable pueden ser mucho más altos debido al uso de tuberías de servicio de plomo que van desde la calle hasta su vivienda, o por el empleo de tuberías de plomo en las instalaciones inferiores y/o en los tanques de almacenamiento revestidos

de plomo. Se pueden producir altos niveles de plomo cuando el agua es agresiva, blanda o tiene un pH bajo.

3.4.15 Sulfatos. (5)(7)

El sulfato se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litros. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de sulfatos debido a la oxidación de pirita.

La presencia de sulfato en el agua potable puede causar un sabor perceptible, según el tipo de catión asociado; se ha comprobado que los umbrales de sabor oscilan entre 250 mg/L.

3.4.16 Nitritos y Nitratos. (8)

El nitrito y nitrato se consideran en forma conjunta debido a que la conversión de una forma a otra se produce en el ambiente. Generalmente, los efectos del nitrato sobre la salud son consecuencia de su rápida conversión en nitrito dentro del organismo.

Los nitratos se hallan ampliamente difundidos en grandes cantidades en el suelo, la mayoría de las aguas y en las plantas, incluyendo las verduras. Los nitritos también se presentan difundidos, pero por lo general, a niveles muchos más bajos que los nitratos. Los nitratos son productos de la oxidación del nitrógeno orgánico por las bacterias presentes en los suelos y en el agua, cuando el oxígeno presente es suficiente. Los nitritos se forman por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno orgánico. Uno de los usos principales del nitrato es como fertilizante; sin embargo, la mayor parte de otros fertilizantes que contienen nitrógeno, se convertirán en nitrato al entrar en contacto con el suelo.

El uso principal de los nitritos es como preservativo de alimentos, generalmente bajo la forma de sal de sodio o de potasio.

Algunos nitritos y nitratos se forman cuando los oxígenos de nitrógeno, producido por la acción de descarga de relámpagos o por vías de fuentes resultantes de la acción del hombre, son drenados, “lavados” totalmente por la lluvia.

Presencia en el agua

El uso de fertilizantes, la materia descompuesta de origen vegetal y animal, los efluentes domésticos, la eliminación de todos los cloacales en el terreno, las descargas industriales, las filtraciones de “vaciaderos” y el arrastre del agua pluvial, todos ellos son factores que contribuyen a la presencia de estos iones en las fuentes de agua.

3.5 Espectroscopia. (18)

Se utilizan para el estudio y caracterización de moléculas o iones en su entorno cristalino, la espectroscopia de emisión y absorción atómica se usa exclusivamente para el análisis de átomos. Por consiguiente, la técnica resulta casi insuperable como método de análisis elemental de metales. En principio, la espectroscopia de emisión puede utilizarse para la identificación y para la determinación cuantitativa de todos los elementos de la tabla periódica. La temperatura de la llama es lo bastante baja para que la llama de por sí no excite los átomos de la muestra en su estado fundamental. El nebulizador y la llama se usan para desolvatar y atomizar la muestra, pero la excitación de los átomos del analito es hecha por el uso de lámparas que brillan a través de la llama a diversas longitudes de onda para cada tipo de analito.

3.5.1 Espectroscopia de Absorción Atómica. (18)

Cuadro N° 2. Generalidades de la Espectroscopia de Absorción Atómica

Aplicaciones principales	Análisis cuantitativo de precisión para un metal dado.
Fenómeno atómico	Absorción de la línea atómica característica
Ventajas en el análisis cualitativo	No es aplicable
Ventajas en el análisis cuantitativo	Análisis rápido y fiable de un elemento dado. En algunos casos alta sensibilidad
Muestra promedio deseable	100 mg
Limitaciones del método	Los metales se analizan individualmente no simultáneamente. Por lo general no es aplicable a no metales
Limitaciones para la muestra	La mayoría de muestras orgánicas líquidas y sólidas requieren de digestión antes del análisis

Espectros de absorción atómica

En el medio gaseoso a elevada temperatura, los átomos de sodio son capaces de absorber radiación de las longitudes de onda características de las transiciones electrónicas del estado 3*s* a estados excitados más elevados. De este modo, un espectro de absorción atómico característico consta predominantemente de línea de resonancia, que son el resultado de transiciones del estado fundamental a niveles superiores.

Cuadro N° 3. Ventajas y desventajas del equipo de EAA

Ventajas	Desventajas
Puede analizar hasta 82 elementos de forma directa. Sus límites de detección son inferiores a la ppm. Tiene una precisión del orden del 1% del coeficiente de variación.	Sólo pueden analizarse las muestras cuando están en disolución. Tienen diferentes tipos de interferencias. Solo pueden analizar elementos de uno en uno. No se pueden analizar todos los elementos

La preparación de la muestra suele ser sencilla. Tiene relativamente pocas interferencias. Su manejo es sencillo. El precio es razonable. Existe abundante bibliografía.	del Sistema Periódico. Por ser una técnica de absorción, sus curvas de calibrado sólo son lineales en un corto rango de concentración.

Aplicaciones de espectroscopia de absorción atómica.

La espectroscopia de absorción atómica se ha usado para analizar trazas de muestras geológicas, biológicas, metalúrgicas, vítreas, cementos, aceites para maquinaria, sedimentos marinos, farmacéuticos y atmosféricos.

Las muestras líquidas generalmente presentan pocos problemas de pretratamiento; entonces todas las muestras sólidas son primero disueltas. Las muestras gaseosas son casi siempre pretratadas extrayendo el analito por burbujeo del gas en una solución y analizando entonces esa solución, o absorbiendo los analitos en una superficie sólida y poniéndolo entonces en solución por lixiviación con los reactivos apropiados. El muestreo directo de sólidos puede efectuarse con un horno electrotérmico.

En absorción atómica existe una fuente independiente de luz monocromática, específica para cada elemento a analizar y que se hace pasar a través del vapor de átomos, midiéndose posteriormente la radiación absorbida.

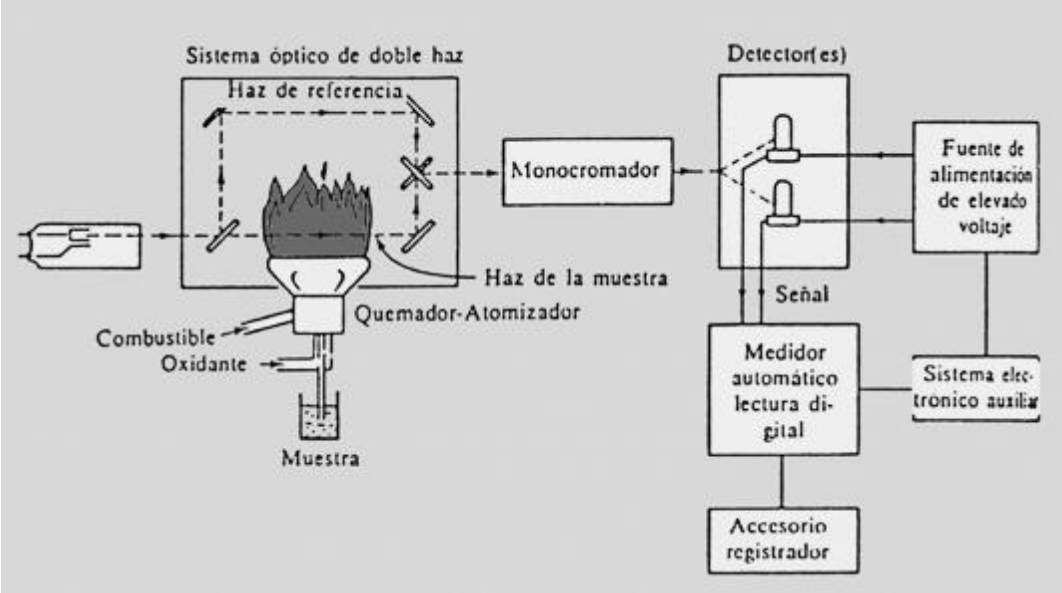

Fig. N°. 1 Diagrama en bloques del espectrofotómetro de absorción atómica.

Existen varios tipos de muestras acuosas que se estudiarán brevemente:

• **Aguas naturales:**

Son las aguas que se encuentran en la naturaleza (aguas potables, de ríos y lagos, de mar, las aguas subterráneas y las mineromedicinales). En este grupo se analizan con facilidad los elementos mayoritarios. En el caso del agua de mar, para la determinación de los elementos minoritarios será necesaria la extracción y utilización de la cámara de grafito.

• **Aguas residuales:**

Se trata de los residuos acuosos vertidos por las distintas fábricas, ciudades y poblaciones. La preparación de la muestra suele reducirse a una simple filtración o centrifugación.

• **Aguas ultrapuras:**

Son aquellas cuyo grado de pureza es muy elevado. Los niveles de concentración son tan bajos que prácticamente se necesita la utilización de la cámara de grafito.

En el análisis de las trazas el analista debe estar muy alerta a posibles fuentes de contaminación de la muestra tales como los recipientes de almacenamiento, impurezas en los reactivos y solventes utilizados en el pretratamiento. Una atención especial debe darse a minimizar la contaminación por el polvo del lugar de trabajo, por el roce involuntario con la piel o la ropa del analista y por el material de vidrio del laboratorio.

3.6 Parámetros bacteriológicos.

3.6.1 Generalidades[5][8][19]

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos contra incendios dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. Asimismo defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencias o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes. Además existen factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxigeno, temperatura, pH, concentraciones de desinfectante y material de las tuberías.

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos. Además, un buen indicador debe

ser específico de contaminación fecal debe hallarse en forma constante en las heces y estar asociado a las aguas residuales. Asimismo, debe ser fácilmente aislable, identificable e numerable en el menor tiempo posible y con el menor costo. Debe ser capaz de crecer en los medios de cultivo comunes, estar distribuido al azar en las muestras y ser resistente a la inhibición de su crecimiento por otras especies. El objetivo de las normas y estándares es el controlar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones dentro de las cuales se podría transmitir esa enfermedad.

3.6.2 Las bacterias heterótrofas. (5)(8)

Son bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO_2, como fuente de carbono. Esta definición de bacterias heterótrofas es amplia e incluye tanto a las bacterias saprofititas como a las patógenas. Por lo tanto, las bacterias que causan y las que no causan enfermedades son heterótrofas.

El recuento heterotrófica en placas (RHP) es un procedimiento sencillo que se puede realizar por el método de placa fluida, difusa o filtración por membrana. El RHP se puede indicar la eficacia y eficiencia de los procesos de tratamiento de agua, como la sedimentación, coagulación, filtración y cloración. El monitoreo del RHP en el agua distribuida puede proporcionar información sobre la limpieza del sistema de distribución, desarrollo de bacterias después del tratamiento.

El recuento heterótrofo de placa, anteriormente denominado recuento estándar en placa, es un procedimiento cuyo objeto consiste en calcular el número de bacterias vivas heterótrofas que existen en el agua y medir los cambios que se producen a raíz del tratamiento y distribución de las aguas. Las colonias pueden

surgir en pares, cadenas, grupos o células únicas, todas ellas englobadas bajo el término de unidades formadoras de colonias (UFC). El número final depende de la interacción entre las colonias en desarrollo.

3.6.3 El grupo coliforme. (5)(19)

El grupo coliforme está formado por todas las bacterias aerobias y anaerobias y con forma de baston que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C. Este grupo de coliformes es un buen indicador microbiano de la calidad del agua de consumo.

Abarca los géneros ***Klebsiella, Escherichia, Enterobacter, Citrobacter*** **y** ***Serratia*****.** Cuatro de estos géneros (***Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter*** y ***Serratia***) se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos). No están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud.

Las bacterias coliformes, no deben estar presentes en sistemas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de agua, y si así ocurriese, ello es indicio de que el tratamiento fue inadecuado o que se produjo contaminación posterior. Se ha demostrado que las especies de ***Enterobacter y Klebsiella*** colonizan con frecuencia las superficies interiores de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento (a menudo llamado “rebote”) y crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son favorables, es decir, presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y tiempos largos de almacenamiento . En este sentido, la determinación de coliformes se usa como indicador de la eficacia del tratamiento.

3.6.4 Los coliformes fecales (termorresistentes). (5)(8)

Estas bacterias se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C, comprenden el género ***Escherichia*** y en menor

grado especies de ***Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter***. Los coliformes termorresistentes distintos de ***E.coli*** pueden proceder también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición.

Como los organismos coliformes termorresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. La clasificación de los estreptococos se ha establecido tomando en consideración la morfología de la colonia las reacciones hemolíticas, la especificidad serológica, las reacciones bioquímicas, la resistencia a factores físicos y químicos y finalmente a las características ecológicas. El grupo de los Enterococos es un subgrupo de los Estreptococos fecales. Recientemente los estreptococos fecales han sido considerados como organismos de supervivencia superior a los coliformes en aguas. Los estreptococos fecales han sido utilizados con los coliformes fecales para diferenciar la contaminación fecal del hombre; de otros animales de sangre caliente. La razón entre coliformes fecales y estreptococos fecales proveen información acerca de la fuente de contaminación. Los estreptococos fecales rara vez se multiplican en agua contaminada y son más persistentes que ***Escherichia coli*** y las bacterias coliformes. Además los estreptococos son muy resistentes al secado y pueden ser utilizados para realizar controles sistemáticos después de la colocación de nuevas tuberías maestras o la reparación de los sistemas de distribución, así como para detectar la contaminación de aguas subterráneas o superficiales.

3.6.5 *Escherichia coli.* (5)(8)

Esta especie es móvil, forma ácido y gas de la lactosa a 44ºC y a temperaturas inferiores, es indol positivo a 44 y 37ºC, MR positivo, VP negativo, no crece en medios de citrato y KCN y es maleato y gluconato negativo, es H_2S y descarboxila la lisina generalmente. Existen los llamados “colis fecales” que se

presentan normalmente en el intestino del hombre y animal y es natural suponer que su presencia en los alimentos indica reciente contaminación con heces. Sin embargo, ***Escherichia coli*** se encuentra muy difundida en la naturaleza y aunque en la mayoría de las cepas tienen probablemente su origen de las heces, su presencia, particularmente en pequeño número, no significa necesariamente que los alimentos contengan materia fecal, pero si sugiere un bajo nivel de higiene.

3.6.6 Técnicas para el estudio microbiológico. (26)

Las técnicas van encaminadas a establecer el grado de contaminación con residuos. Se trata de las más avanzadas técnicas disponibles, aunque, lógicamente, han de tenerse presentes sus limitaciones.

Estas técnicas se utilizan para la detección y recuento de microorganismos indicadores. El grupo de bacterias coliformes, es el principal indicador de la adecuación del agua para usos domésticos, industriales y de otro tipo.

La densidad del grupo de los coliformes es un indicador del grado de contaminación y, por tanto, de la calidad sanitaria. Tanto el significado de las pruebas como su interpretación están bien precisados y se han utilizado como patrones de comparación de la calidad bacteriológica de los suministros de aguas.

3.6.6.1 Técnicas del recuento heterotrófico en placas. (5)(25)

El recuento heterotrófico en placas (RHP) es un procedimiento sencillo que se puede realizar por el método de placa fluida, difusa o filtración por membrana (FM) y es una herramienta muy útil. Aunque no es esencial para evaluar la seguridad del agua potable, los resultados del RHP proporcionan información que complementa los resultados de los coliformes totales. El RHP se puede usar para indicar la composición bacteriana general del agua de la fuente y la eficacia y eficiencia de los procesos de tratamiento del agua, como la

sedimentación, coagulación, filtración y cloración. El monitoreo del RHP en el agua distribuida puede proporcionar información sobre la limpieza del sistema de distribución, desarrollo de bacterias después del tratamiento, efectos de los cambios de temperatura en el agua y del cloro residual en la población bacteriana.

a) Método de placa fluida (MPF)

El método de placa fluida para el análisis del RHP de las muestras de agua presenta algunas desventajas que limitan la recuperación de las bacterias. Como usa agar licuado a una temperatura de 44 a 46 °C, las bacterias en la muestra de agua están expuestas a la presión del calor, lo cual puede hacer que los microorganismos no sean viables. Además, como se emplea un medio rico en nutrientes, es probable que las bacterias fisiológicamente estresadas o dañadas no se desarrollen debido a alguna forma de inhibición metabólica. Tanto la presión del calor como el medio de crecimiento rico producen una recuperación reducida de las bacterias. Otra desventaja es que mediante este método sólo se puede analizar un máximo de 1,0 ml de muestra.

b) Método de placa difusa (MPD)

Este método, que es un procedimiento alternativo al RHP, evita la tensión del calor del agar licuado usado en el método de placa fluida. Las colonias de bacterias crecen en la superficie del agar en lugar de estar contenidas en el agar, como sucede en el procedimiento de placa fluida, lo cual favorece la reproducción de bacterias aerobias que no se podrían desarrollar bien o no se desarrollarían del todo si estuvieran contenidas en el agar. Por lo general, cuando se aplica un período de incubación no mayor de 3 días, se produce un mejor desarrollo de la pigmentación en las colonias de bacterias, independientemente del medio usado. Las placas se pueden preparar previamente y almacenar hasta por una semana mientras que el escape de

agua por placa no exceda los 2 ó 3 g. El volumen máximo de muestra que se puede examinar es 1,0 mL, pero generalmente es recomendable examinar un volumen de 0,1 mL a 0,5 mL.

c) **Filtración por membrana**

La técnica de filtración por membrana (FM) es altamente reproducible, puede utilizarse para estudiar volúmenes relativamente grandes de muestra y proporciona resultados numéricos más rápidos que el método de los tubos múltiples. La técnica de filtro por membrana es extraordinariamente útil para controlar las posibles situaciones de urgencia en relación con el agua potable y para estudiar distintas aguas naturales.

Sin embargo, esta técnica tiene limitaciones, sobre todo para estudiar aguas con elevada turbidez o que contengan bacterias no coliformes. El método se basa en la filtración de un volumen conocido a través de un filtro de membrana, hecha en base algún compuesto de celulosa y con un diámetro de poros uniformes de 0.45µ; las bacterias son retenidas en la superficie de la membrana filtrante. Cuando la membrana que contienen las bacterias se incuba en un recipiente estéril, a una temperatura apropiada con un medio de cultivo selectivo diferencial, se desarrollan colonias características de coliformes totales, fecales y ***Escherichia coli*** cuyo recuento se puede efectuar en forma directa.

Las ventajas del método son:

- Los resultados se obtienen más rápidamente; el número de coliformes puede calcularse en menos de 24 horas, mientras que el método de tubos múltiples requiere 48 horas, siendo irrelevante si se obtienen resultados negativos o presuntamente positivos.
- Reduce el trabajo requerido y ahorra ciertos insumos y artículos de vidrio.
- Brinda resultados directos.

- Es fácil de usar en los laboratorios y hasta en el campo, mediante el empleo de equipos portátiles.

3.6.6.2 Técnicas de los tubos múltiples de fermentación. (5)(23)

Para la aplicación del procedimiento de tubos múltiples en la determinación de la densidad de coliformes totales es evidente que deben ser consideradas tres etapas: la prueba presuntiva, la prueba confirmativa y la prueba complementaria. En la prueba presuntiva, la actividad metabólica de las bacterias es estimulada vigorosamente y ocurre una selección densa de los organismos que utilizan la lactosa. Después de la incubación a 35°C, un cultivo de cada tubo gas-positivo en la prueba presuntiva se transfiere a un tubo de medio para la prueba confirmativa. Esta prueba reduce la posibilidad de resultados falsos gas-positivos que puedan ocurrir por la actividad metabólica de los organismos formadores de esporas o por la producción sinergistica de gas debido a que algunas sepas bacterianas no pueden, individualmente, producirlo a partir de la fermentación de la lactosa. Es ocasionalmente necesario aislar estas bacterias productoras de gas e identificarlas como coliformes por la prueba complementaria para verificar que esta prueba confirmativa ha eliminado selectivamente todos los tubos con resultados falsos positivos.

Prueba presuntiva: Volúmenes determinados de muestra en caldo lactosado o caldo laurilsulfato-triptosa se incuban a 35°±0,5°C, durante 24-48 horas. La formación de gas a partir de lactosa es prueba presuntiva de bacterias coliformes. Para agua potable se ha propuesto usar las siguientes series: 10 mL en 5 tubos; 1 mL en un tubo y 0,1 mL en un tubo. La siembra de 10 mL de muestra se hace en tubos con 10 mL del medio de cultivo a doble concentración.

Prueba confirmativa: Se traspasa una pequeña cantidad de cultivo de todos los tubos positivos del ensayo presuntivo a tubos con caldo lactosadobilis-verde brillante 2% (CLBVB). Se incuban a 35°± 0,5°C por 24 y 48 horas. La producción de gas se considera como prueba confirmativa y los resultados se expresan como NMP.

Prueba completa: Se hace aislamiento de bacterias desde los tubos positivos de CLBVB en placas de Agar Eosina-Azul de metileno. Se incuba a 35°± 0,5°C por 24 horas, y si aparecen colonias típicas de coliformes (rosado oscuro, con núcleo central con o sin brillo metálico) se traspasan a tubos de caldo lactosado y de agar nutritivo inclinado. Se considera positiva la aparición de gas en el cultivo en caldo lactosado y la presencia de bacilos gramnegativos no esporulados en cultivo en agar inclinado.

3.7 Enfermedades hídricas.

3.7.1 Generalidades [15][21][22]

Existe un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, pues su vía de transmisión se debe a la ingestión de agua contaminada. Es entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico.

Buscar gérmenes como ***Salmonella***, ***Shigella***, trae inconvenientes, pues normalmente aparecen en escasa cantidad. Por otra parte su supervivencia en este medio desfavorable y la carencia de métodos sencillos y rápidos, llevan a que su investigación no sea satisfactoria, máxima cuando se hallen en número reducido. En vista de estos inconvenientes se ha buscado un método más seguro para establecer la calidad higiénica de las aguas, método que se basa en la investigación de bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal.

El agua que contenga bacterias de ese grupo se considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehiculizar bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.
Principales enfermedades de origen hídrico y sus agentes responsables

Cuadro N° 4 Enfermedades hídricas

Enfermedad	Agente
Origen bacteriano	
Fiebres tifoideas y paratifoideas	*Salmonella typhi* *Salmonella* *Paratyphi A y B*
Disentería bacilar	*Shigella*
Cólera	*Vibrio cholerae*
Gastroenteritis agudas y diarreas	*Escherichia coli* ET *Campylobacter jejuni* *Campylobacter coli* *Yersinia* enterocolitica *Salmonella* sp *Shigella* sp
Origen viral	
Hepatitis A y E	Virus de la hepatitis A y E
Poliomielitis	Virus de la polio
Gastroenteritis agudas y diarreas	Virus Nortwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Enterovirus Adenovirus Reovirus
Origen parasitario	
Disentería amebiana	*Entamoeba histolytica* *Giardia lambia* *Cristosporidium*

Enfermedades químicas trasmitidas por el agua.

Son enfermedades asociadas a la ingestión de aguas que contienen sustancias toxicas en concentraciones perjudiciales. Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial, generalmente de localización especifica. Algunos ejemplos son:

- Metahemoglobinemia infantil: Consiste en la presencia de metahemoglobina, que es el producto de la oxidación incompleta de la hemoglobina, en la sangre. Esta es ocasionada por el consumo de agua con un elevado porcentaje de nitratos.
- Gastroenteritis: Las causas de esta enfermedad son infecciones por ingerir alimentos contaminados por bacterias, virus, hongos o sustancias toxicas, como plomo, arsénico o hierro. La gastroenteritis consiste en la inflamación de la mucosa intestinal (enteritis) o de esta y la del estómago (gastroenteritis). Los síntomas de esta enfermedad son decaimiento, inapetencia, nausea, vómito, diarrea, dolores abdominales, fiebre y malestar general.
- Manganismo: La ingestión de manganeso produce una intoxicación aguda llamada neumonía de manganeso y una intoxicación crónica conocida como manganismo.
- Hipercalcemia: en las personas producen estados hipercalcémicos al ser ingeridas aguas con demasiado calcio.
- Hipermagnesemia: es importante su determinación por la relación que tiene con la dureza por las incrustaciones que causan en los sistemas de distribución además es necesario observar si no excede la norma, ya que un exceso de el causa daño a la salud pública, produciendo la enfermedad llamada hipermagnesemia.
- Aguas con alto contenido de sólidos pueden ser laxantes y pueden ocasionar otras molestias en personas no acostumbradas a su ingestión.

3.8 Ubicación geográfica. (1)

La población de Concepción Quezaltepeque está ubicado en la parte noreste del municipio de Chalatenango, con un acceso general a partir del desvío de la carretera Troncal del Norte conduce a la población de Chalatenango a la altura de 71.6 e intercepción con desvío El Limón y Concepción Quezaltepeque a una distancia de 6.40 Km por carretera pavimentada a partir del referido desvío.

La población de Concepción Quezaltepeque pertenece al departamento de Chalatenango, El Salvador, C.A, a una elevación media de 400 m.s.n.m

(Ver anexo N° 6.1)

3.8.1 Ubicación de la zona de muestreo de agua potable

3.8.1.1 Manantial El Cafetal I. (12)

Distancia aproximada a 4 Km desde el Casco Urbano de Concepción Quezaltepeque, el lugar donde se ubica la fuente es unos 10 m de distancia en la rivera sur del rio denominado “Motochico”.

(Ver anexo 6.2)

3.8.1.2 Manantial La Ceiba. (12)

Distancia aproximada a 2 Km desde Casco Urbano de Concepción Quezaltepeque, el lugar donde se ubica la fuente es a unos 10 m de distancia en la rivera sur del rio denominado “Motochico”.

(Ver anexo 6.2)

3.8.1.3 Tanques

Ubicados en casco urbano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango.

3.8.1.4 Viviendas. (11)

Ubicadas en casco urbano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango.

(Ver anexo 6.3)

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

4. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio.

Retrospectivo: Porque se sustenta en referencias de estudios anteriores (Antecedentes).

Prospectivo: Porque a medida se determinan los valores, estos se guardaran y servirán para investigaciones futuras.

Experimental: Porque existe una parte del estudio que involucra el uso de Laboratorio.

4.2 Investigación bibliográfica.

Esta se realizó en las siguientes bibliotecas:

- Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador (UES).
- Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador (UES)
- Biblioteca Central, Universidad de El Salvador (UES).
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Biblioteca de la Universidad Nueva San Salvador (UNSSA).
- Vía Internet.

4.3 Investigación de campo.

Universo: Agua de consumo humano de la zona Urbana del municipio de Concepción Quezaltepeque del Departamento de Chalatenango. (Con una Población Urbana de 2998 habitantes, según Censo de 2007)

Muestra: Agua de consumo humano de dos manantiales, dos tanques y de cinco casas diferentes de los cinco barrios de la zona Urbana del Municipio de Concepción Quezaltepeque del Departamento de Chalatenango.

4.4 Tipo de muestreo. Dirigido y puntual a la zona Urbana del Municipio de Concepción Quezaltepeque del Departamento de Chalatenango [en base a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable[28] (ver Anexo No 1)].

4.5 Recolección.

Se recolectaron 18 muestras, las cuales se tomaron dos muestras de dos fuentes naturales (Manantiales: El Cafetal 1 y La Ceiba), dos muestras de los dos tanques y las restantes fueron tomadas de una casa seleccionada de cinco barrios de la zona, durante la época de invierno del año 2011, ya que según el cuadro de morbilidad que presenta el SIBASI (Sistema Básico de Salud Integral) de Chalatenango, la enfermedad que ocupa el tercer lugar de dicho cuadro es la infecciosa y parasitarias, relacionada con la época húmeda. Las muestras se depositaron en frascos de polietileno con capacidad para un litro con cierre hermético para análisis fisicoquímicos y para microbiológicos se utilizarán frascos de polietileno estériles.[5]

4.6 Investigación de Laboratorio.

4.6.1 Determinación de parámetros fisicoquímicos. [5]

Tratamiento previo de los recipientes para recolectar la muestra de la siguiente manera:

1. Llenar el frasco con Ácido Sulfúrico al 5% hasta su capacidad y dejar en reposo por 24 horas.

2. Retirar el Ácido Sulfúrico y enjuagar con suficiente agua destilada.

Procedimiento para la toma de muestra:

1. Limpiar la boca del grifo con algodón humedecido en alcohol.
2. Esterilizar la boca del grifo con la llama de un mechero por un minuto.
3. Abrir la llave del grifo y dejar fluir el agua durante 5 – 10 minutos.
4. Llenar el frasco hasta su capacidad ambientando y descartando.
5. Proceder a llenar el frasco con la muestra de agua a analizar y preservar
6. Tapar el frasco, agitar y rotular.
7. Colocar las muestras en hielera y preservar a temperatura entre (4 -10) °C para su posterior traslado.

PROCEDIMIENTOS PARA LAS DETERMINACIONES FISICAS, QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS.

4.6.1.1 Color. (5)

Determinación de Color Verdadero.

Método: Espectrofotométrico

Fundamento. El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible.

Procedimiento Medición de Color Verdadero

1. Ensamblar el aparato de filtrado (membrana de filtrado, porta filtro, frasco de filtrado y aspirador)
2. Lavar el filtro minuciosamente con 50 mL de agua desionizada y descartar el agua de enjuague.
3. Verter 50 mL de agua desionizada con cuidado y guardar el filtrado para el paso número cuatro.

4. Llenar la celda con 25 mL de blanco (filtrado de agua desionizada) y descartar el exceso.
5. Programar el color verdadero presionando (125) y marcar ENTER y la pantalla mostrara DIAL 465 nm.
6. Rotar el dial de longitud de onda hasta 465 nm, cuando se coloque correctamente la longitud de onda, la pantalla mostrara ZERO SAMPLE y posteriormente UNITS Pt-Co.
7. Colocar el blanco en el porta celda y cerrar la tapa para evitar el paso de luz.
8. Presionar ZERO, aparecerá en pantalla 0 UNITS Pt- Co.
9. Colocar la muestra preparada en el porta celda y cerrar la tapa para evitar el paso de la luz.
10. Presionar READ y aparecerá en la pantalla Reading (leyendo) y el equipo muestra el resultado en unidades de platino-Cobalto.
11. Tomar las lecturas respectivas para cada muestra.

4.6.1.2 Temperatura. (5)

Método Directo. (Determinada en campo)

Fundamento: Medida del grado de calor o frío que presenta un determinado cuerpo.

Procedimiento:

1. Introducir el termómetro en la muestra de agua en análisis.
2. Dejar que el termómetro mida la temperatura por aproximadamente un par de minutos.
3. Anotar las temperaturas.

4.6.1.3 Determinación de pH.

(Determinado en campo)

Se realizó con tiras de papel indicador con escala de 1-14.

4.6.1.4 Sólidos Disueltos Totales. (Método desarrollado)

Lectura directa con un conductivimetro para determinar sólidos totales disueltos

Procedimiento:

1. Verificar que el equipo cuente con el voltaje necesario para hacer la lectura
2. Ambientar el dispositivo de recepción de muestra.
3. Colocar la muestra a analizar.
4. Presionar el botón para realizar la lectura de los sólidos disueltos totales.
5. Anotar la lectura realizada.

4.6.1.5 Turbidez. (5)

Método Nefelométrico

Fundamento: Este método se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones.

Procedimiento:

1. Agitar la muestra 5 veces para homogenizar.
2. Agregar la muestra en la celda hasta la marca de medida de 15 mL y agitar.
3. Colocar la celda en el turbidímetro, para luego leer la turbidez de la muestra.
4. Anotar la lectura en unidades nefelometrícas (UNT).

4.6.1.6 Determinación de sulfatos.

Método: Espectrofotométrico

Reactivos

Solución ácida acondicionadora

Añadir 50 mL de glicerina a una solución que contenga:

30.0 mL de HCl concentrado.

300 mL de agua destilada.

100 mL de alcohol etílico.

75 g de cloruro de sodio.

Reactivo de $BaCl_2$. $2H_2O$

Se requieren 0.5 g de cristales para cada muestra.

Solución patrón de 100 ppm de $SO_4^=$

Disolver 0.1479 g de Na_2SO_4 secados a 110 °C durante 2 horas y aforar a 1000 mL.

Estandarización

Curva de calibración de sulfatos

Preparar una curva de calibración con los siguientes puntos: 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ppm de $SO_4^=$

Se colocan en 6 matraces volumétricos de 100 mL los siguientes volúmenes de solución estándar de 100 ppm de $SO_4^=$ 0, 5, 10, 15, 20 y 25 mL, se afora con agua destilada hasta la marca.

Continúe los pasos marcados en el procedimiento, para desarrollar la turbidez.

Grafique absorbancia contra las ppm de $SO_4^=$

Procedimiento

Blanco

Preparar un blanco con agua destilada y reactivos y ajustar la absorbancia a un valor de 0

Muestra

-Colocar 10 mL de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 50 mL.

-Añadir 1 mL de la solución ácida acondicionadora.

-Mezclar bien

-Agregar 0.5 g de $BaCl_2$. $2H_2O$

-Agitar durante 1 minuto.

-Transferir la muestra a una celda de 1 cm del espectrofotómetro y leer la absorbancia a una longitud de onda de 420 nm

Cálculos

De la curva de calibración: Obtenga las ppm de $SO_4^{=}$, de acuerdo con la lectura de absorbancia de la muestra.

4.6.1.7 Determinación de Nitratos.

Método: Espectrofotométrico (Lectura directa)

REACTIVOS:

- NO_3-1
- NO_3-2

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
2. Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
3. Agregar 5 gotas del reactivo NO_3-1 y agitar.
4. Agregar 1 cucharadita del reactivo NO_3-2 y agitar bien durante 1 minuto.

5. Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.
6. Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a una longitud de onda de 436 nm.

4.6.1.8 Determinación de Nitritos.

Método: Espectrofotométrico (Lectura directa)

REACTIVOS:

- NO_2-1
- NO_2-2

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
2. Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
3. Agregar 4 gotas del reactivo NO_2-1 y agitar.
4. Agregar 1 cucharadita del reactivo NO_2-2 y agitar.
5. Limpiar el tubo y esperar 10 minutos.
6. Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a una longitud de onda de 540 nm.

4.6.1.9 Determinación de Flúor.

Método: Espectrofotométrico (Lectura directa)

REACTIVOS:

- F-1

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
2. Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
3. Agregar 0.5 mL del reactivo F-1 y agitar.
4. Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.

5. Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a una longitud de onda de 585 nm.

4.6.1.10 Determinación de Dureza total.

Método: Titrimétrico

REACTIVOS:

- EDTA 0.01M
- Solución amortiguadora de dureza.
- Indicador NET

PROCEDIMIENTO

1. Medir 50 mL de la muestra.
2. Agregar 2 mL de solución amortiguadora de dureza
3. Agregar 3 gotas de indicador NET
4. Titular con EDTA 0.01M.

Cálculos:

Dureza (EDTA) como mg $CaCO_3$/L = A x B X 1000 / mL de muestra

Dónde:

A = mL de titulante gastado por muestra

B= mg $CaCO_3$ equivalentes a 1.00 mL de EDTA como titulante.

Dureza (EDTA) como mg $CaCO_3$/L = 2.77mL x 1 X 1000 /50 mL

Dureza (EDTA) como mg $CaCO_3$/L = 55.4 mg/L (Muestra de Tanque Concepción)

4.6.1.11 Determinación de Alcalinidad.

Método: Titrimétrico

REACTIVOS:

- H_2SO_4 0.02N
- Indicador anaranjado de metilo.

PROCEDIMIENTO:

1. Medir 50 mL de la muestra.
2. Agregar 2 gotas de indicador Anaranjado de metilo.
3. Titular con H_2SO_4 0.02N.

CALCULOS:

Alcalinidad total como mg $CaCO_3$/L = A x B X 50000 / mL de muestra

Dónde:

A = mL de ácido valorado gastado.

B= normalidad del ácido.

Alcalinidad total como mg $CaCO_3$/L = 3.3mL x 0.02 X 50000 / 50mL de muestra

Alcalinidad total como mg $CaCO_3$/L = 66.0 mg/L (Muestra del Cafetal 1)

4.6.1.12 Determinación de Manganeso total.

Método: Espectrofotométrico (Lectura directa)

REACTIVOS:

- Mn-1
- Mn-2
- Mn-3

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
2. Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
3. Agregar 5 gotas del reactivo Mn-1 y agitar.
4. Agregar 7 gotas del reactivo Mn-2, agitar y esperar 1minuto.
5. Agregar una cucharadita del reactivo Mn-3 y agitar.
6. Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.
7. Colocar el tubo y leer la muestra a una longitud de onda de 470 nm.

4.6.1.13 Determinación de Hierro total.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- HCL conc.
- Hidroxilamina.
- Solución amortiguadora de acetato de amonio.
- Fenantrolina.

PROCEDIMIENTO.

1. Medir 50 mL de muestra
2. Agregar 2 mL de HCL conc y 1 mL de Hidroxilamina.
3. Calentar a ebullición y reducir hasta 15-20 mL

4. Enfriar a t° ambiente y transferir a un balón volumétrico de 50mL
5. Agregar 10 mL de solución amortiguadora de acetato de amonio
6. Agregar 2 mL de fenantrolina
7. Llevar a volumen de 50 mL
8. Leer en espectrofotómetro a una longitud de onda de 510 nm.

CALCULOS:

mg Fe/L= microgramos Fe (en 50 mL volumen final) / mL de muestra.

mg Fe/L= 0.014 / 50 mL de muestra.

mg Fe/L= 0.00028 mg/L (Muestra de Barrio San Jacinto)

4.6.1.14 Determinación de Plomo.

Método: Absorción Atómica, horno de grafito

1.0 REACTIVOS

-Estándar de 1000 ppm de plomo.

-Ácido nítrico concentrado

2.0 PREPARACIÓN DE REACTIVOS Y ESTÁNDARES

- SOLUCIÓN STOCK DE PLOMO

Transferir 10 mL de estándar de plomo, a un frasco volumétrico de 100 mL Diluir con agua a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 5 mL y llevar a volumen de 50.0 mL con agua.

- PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES.

A frascos volumétricos de 100.0 mL transferir 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 mL de solución stock, aforar con 100.0 mL con agua, mezclar. Se obtienen concentraciones de 5.0, 10.0, 15, 20.0 mcg/mL respectivamente.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Tomar una porción de muestra previamente acidificada y leer directamente.

3.0 PROCEDIMIENTO.

Determinar las absorbancias de los estándares y la muestra, a la línea de emisión del plomo a una longitud de onda de 405.8 nm con un espectrofotómetro de absorción atómica, equipado con horno de grafito, con una lámpara de cátodo hueco, usando llama Argón. Usando agua como blanco.

4.0 CÁLCULO.

De la gráfica obtenida, el equipo calcula la concentración de la muestra por interpolación.

4.6.1.15 Determinación de Arsénico.

Método: Absorción Atómica, horno de grafito

1.0 REACTIVOS

-Estándar de 1000 ppm de Arsénico.

-Ácido clorhídrico

2.0 PREPARACIÓN DE REACTIVOS Y ESTÁNDARES

- SOLUCIÓN STOCK DE ARSENICO

Transferir 10 mL de estándar de Arsénico a un frasco volumétrico de 1000 mL Diluir con agua a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 5 mL y llevar a volumen de 50.0 mL con agua.

- PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES.

A frascos volumétricos de 100.0 mL transferir 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 mL de solución stock, aforar a 100.0 mL con agua, mezclar. Se obtienen concentraciones de 5.0, 10.0, 15, 20.0 mcg/mL respectivamente.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Tomar una porción de muestra previamente acidificada y leer directamente.

3.0 PROCEDIMIENTO.

Determinar las absorbancias de los estándares y de la preparación de la muestra, a la línea de emisión del Arsénico a una longitud de onda de 235.0 nm con un espectrofotómetro de absorción atómica, equipado con horno de grafito, con una lámpara de cátodo hueco, usando llama Argón. Llevar agua como blanco.

4.0 CÁLCULO.

De la gráfica obtenida, el equipo calcula la concentración de la muestra por interpolación.

4.6.2 Determinación de parámetros microbiológicos. (8)(24)

Tratamiento previo de los recipientes para recolectar muestra:

1. Lavar los frascos de polietileno con detergente y abundante agua.
2. Enjuagar con agua destilada y posteriormente secar.
3. Agregar 0.1 mL de tiosulfato de sodio 2% por cada 100 mL de muestra.
4. Proteger el frasco de la contaminación cubriéndolo adecuadamente con papel Kraft y asegurar con un cordel.
5. Esterilizar en autoclave a una temperatura de 121ºC a 15 libras de presión por 15 minutos.

Procedimiento para la toma de muestra:

1. Limpiar la boca del grifo con un algodón humedecido con alcohol.
2. Esterilizar la boca del grifo por un minuto con llama encendida de mechero.

3. Abrir la llave del grifo dejando fluir el agua durante 5 – 10 minutos.
4. Quitar el tapón del frasco esterilizado y evitar cualquier contacto con el interior del recipiente.
5. Colocar el frasco debajo del grifo y llenar.
6. Tapar el frasco y rotular.
7. Colocar la muestra en una hielera y preservar a temperatura entre (4 – 10) °C para posterior traslado.

4.6.2.1 Técnica para el recuento heterótrofo de placa. (5)(23)

Método: Placa fluida o placa vertida

El recuento heterótrofo de placa (RHP), es un procedimiento cuyo objeto consiste en calcular el número de bacterias viables heterótrofas que existen en el agua y medir los cambios que se producen a raíz del tratamiento y distribución de las aguas. Las colonias pueden surgir en pares, cadenas, grupos o células únicas, todas ellas englobadas bajo el término de unidades formadoras de colonias (UFC). El número final depende de la interacción entre las colonias en desarrollo.

PROCEDIMIENTO

1. Selección de las diluciones

   Las diluciones se seleccionan de forma que el número de colonias en una placa sea de 30 a 300, si se sospecha que el recuento heterótrofo en placa alcanzara 3000, se preparan placas con diluciones de 10^{-2}.

2. Medición de las porciones de la muestra: Utilizar pipetas esterilizadas para los pases iniciales y posteriores del material procedente de cada envase.

3. Medición de las diluciones: Mantener la pipeta en un ángulo alrededor de 45°, levantar la tapadera de la caja de petri lo suficiente para introducir la

pipeta, dejar que el líquido drene desde una marca de graduación de 1mL.

4. Licuación del medio: Licuar el medio de agar solido estéril en agua hirviendo. No se reesterilizará el medio cuando ya esté en la placa. Mantener el medio liquido en un baño de agua entre 44° y 46°C hasta que llegue el momento de usarlo.

5. Vertido en las placas: Viértase al menos 15 mL de medio licuado, mantenido a 44-46°C, levantando la tapadera lo necesario para introducir el medio. Una vez añadido el medio a todas las placas, mezclar cuidadosamente el medio liquido con la porción de muestran en estudio previamente colocada en la placa, girar la placa en una dirección y luego al contrario. Dejar solidificar las placas (10 minutos) e invertirse.

6. Incubación: Incubar las placas a 35°C por 24 horas.
7. Recuento: Colocar las placas en un contador de colonias.

4.6.2.2 Determinación de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli.* (5)(8)

Método: Tubos múltiples o NMP

En el método de los tubos múltiples (TM), se siembran o inoculan volúmenes parciales de una muestra de agua en una serie de tubos de ensayo que contienen un medio de caldo de cultivo adecuado.

Después de un período de incubación específico a una temperatura dada, cada tubo que muestra formación de gas es considerado como “presuntamente positivo”, ya que esto indica la posible presencia de bacterias coliformes; sin embargo, como también otros organismos pueden producir gas, es aconsejable una subsecuente prueba de confirmación.

Es de aplicación a coliformes totales y E. coli. El uso de la técnica de enzima, define al grupo coliforme como todas las bacterias que poseen la enzima β-D-

galactosidasa, la cual reacciona con el sustrato cromogénico, resultando en la liberación del cromógeno.

La ***E. col***i se define como la bacteria que da una respuesta positiva total como coliforme y que posee la enzima β-glucoronidasa, la cual se une al sustrato fluorogénico dando lugar a la liberación del fluorógeno.

PRINCIPIO DEL MÉTODO

Bacterias Coliformes Totales: los sustratos cromogénicos, tales como Orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosida (ONPG) o el clorofenol rojo-β-D-galactopiranosida (CRPG) o el Isopropil-β-D-tiogalactopiranoside (IPTG), son usados para detectar la enzima β-D-galactosidasa que es producida por las bacterias coliformes totales. La enzima β-D-galactosidasa hidroliza el sustrato y produce un cambio de color, el cual indica una prueba positiva para coliformes totales a las 24 horas (ONPG e IPTG) o a las 28 horas (CPRG) sin tener que realizar procedimientos adicionales.

Escherichia coli: Un sustrato fluorogénico, tal como el 4-metil-umbeliferil- β-D-glucoronida (MUG), es usado para detectar la enzima β-glucoronidasa, que es producida por la ***E.coli***. La enzima β-glucoronidasa, hidroliza el sustrato y produce un producto fluorescente cuando se observa bajo luz ultravioleta a una longitud de onda de 366 nm. La presencia de fluorescencia indica prueba positiva para E. coli. Algunas especies de ***shigella sp*** pueden producir un resultado positivo pero por ser un patógeno humano abierto no se considera en detrimento de la prueba para el agua de calidad sanitaria.

REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS.

- Medio cromogénico (IPTG)
- Buffer Fosfato pH 7.2

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

- Asas bacteriológicas 10 μL.
- Pipetas estériles graduadas
- Incubadora.
- Autoclave.
- Refrigeradora
- Tubos de ensayo con tapón de rosca.
- Lámpara UV.
- Baño de maría
- tabla de NMP
- Termómetro graduado

PROCEDIMIENTO:

Para, aguas de red,, agua de pozos tratados: Usar 5 tubos conteniendo medio cromogénico preparado según instrucciones del fabricante**.** Asépticamente agregar 20 ml de muestra a cada tubo, cerrar el tubo y homogenizar.

La cantidad de medio de cultivo a usar para cada tubo es de 10 ml se recomienda usar el medio al triple.

- Incubar a 35 ± 0.5° C por 24 horas.

Coliformes totales:

- Después de transcurrido el tiempo, examinar los tubos para verificar el cambio apropiado de color, según la tabla presentada en criterios de aceptación.

  Nota: si la respuesta de color no es uniforme en todo el tubo, mezcle por inversión antes de la lectura.

Escherichia coli:

Examinar bajo fluorescencia los tubos con coliformes totales positivos usando una lámpara UV con longitud de onda de 366 nm. La presencia de fluorescencia es resultado positivo para ***E. coli***.

- Comparar cada tubo contra un control positivo.
  Si la fluorescencia es cuestionable, incubar las muestra por 4 horas más para prueba . Si la fluorescencia se intensifica el resultado es positivo.

Criterios de aceptación

COLIFORMES TOTALES POSITIVOS	E. COLI POSITIVO	RESULTADO NEGATIVO
Verde	Fluorescencia azúl	Amarillo / sin fluorescencia

Coliformes fecales

Método: Fermentación de tubos múltiples

FUNDAMENTO

El procedimiento usando medio A-1 es un método de un solo paso que no requiere preenriquecimiento y que a través de la elevación de temperatura distingue a los coliformes fecales de los totales. Que causan una fermentación de carbohidratos formando gas que evidencia resultados positivos.

1. Posibles Fuentes de error: Si se analizan directamente 10 mL de muestra de agua, preparar el medio A-1 al doble de concentración.

MEDIOS UTILIZADOS

- Medio A-1
- Buffer Fosfato pH 7.2

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

- Asas bacteriológicas 10 μL.
- Pipetas estériles graduadas
- Campanas de Durham.
- Gradillas de plástico
- Tubos de ensayo con tapón de rosca.
- Autoclave.
- Baño de agua.
- Índice de NMP
- Termómetro graduado
- Incubadora.

Incubación de los tubos inoculados de la misma forma que para coliformes totales y ***E. coli***

1. Incubar a 35 ± 0.5° C por 3 horas
2. . Transferir los tubos a baño de maría a 44.5 ± 0.2 °C e incubar por 21 ± 2 horas.

Resultados:

A las 24 horas o menos, la producción de gas en cualquier tubo, indica una reacción positiva que demuestra la presencia de coliformes fecales. Calcular el NMP a partir de los resultados positivos.

CAPITULO V

INTERPRETACION Y RESULTADOS

5. RESULTADOS E INTERPRETACION

A continuación se presentan los cuadros con los resultados de la determinación de parámetros fisicoquímico y microbiológico en el agua de consumo humano en la zona urbana de Concepción Quezaltepeque del departamento de Chalatenango, para determinar si es apta o no para el consumo humano. Para comprobar estos criterios se tomó como base la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08 Agua. Agua Potable. Los parámetros fisicoquímicos que se determinaron fueron: color, olor, sabor, temperatura, pH sólidos totales, turbidez, dureza, hierro, manganeso, sulfatos, nitratos, flúor, nitritos ,alcalinidad, arsénico y plomo, y parámetros microbiológicos como: coliformes totales, coliformes fecales, ***Escherichia coli*** y recuento de bacterias heterótrofas. La recolección de las muestras se realizó en dos manantiales y en cinco barrios de la zona y se obtuvieron un total de 18 muestras. Las muestras del agua de consumo humano fueron recolectadas en el mes de septiembre del año 2011.

Cuadro N° 1 Parámetros Físicos y organolépticos.

Parámetros	El Cafetal 1 (Manantial)		Tanquilla San Antonio		Barrio San Antonio		Barrio El Centro		Barrio San José		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable
Color verdadero Pt-Co	2		2		3		2		2		15 Pt-Co
Olor	No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable
pH	7.0		7.0		7.0		7.0		7.0		8,5 [1)]
Sabor	No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable
Solidos totales disueltos (mg/L)	Mx 1: 65.0	Mx 2: 65.0	Mx 1: 61.0	Mx 2: 61.0	Mx 1: 61.0	Mx 2: 61.0	Mx 1: 61.0	Mx 2: 61.0	Mx 1: 59.0	Mx 2: 59.0	1 000 [2)]
Turbidez (UNT)	0.45	0.45	0.40	0.40	0.50	0.50	0.38	0.38	0.6	0.6	5 [3)]
Temperatura (°C)	27°		27°		27°		27°		28°		No rechazable

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

1) Limite mínimo permisible 6,0 unidades[(28)]
2) Por las condiciones propias del país[(28)]
3) Para el agua tratada en la salida de planta de tratamiento de aguas superficiales, el límite máximo permisible es 1.[(28)]

En el cuadro N°1

El color verdadero no sobrepasan el límite máximo permisible de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable, por lo cual no contiene materiales coloidales o en suspensión.

El olor en las diferentes muestras fue no rechazable.

El pH no sobrepasa el límite máximo permisible de las muestras según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable, este parámetro es una medición con la que se puede conocer el tipo de agua la cual puede ser neutra, acida o básica, esto dependerá de las sustancias que estén presentes.

El sabor se determinó como no rechazable, ya que no tenían mal sabor para el paladar del analista.

Sólidos totales disueltos, los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la NSO 13.07.01:08, este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales.

Turbidez cumple con los valores de la NSO 13.07.01:08 ya que ningún valor sobrepaso lo establecido por dicha norma, este parámetro es la característica que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos.

Temperatura se obtuvieron valores aceptables, esta es una propiedad física que mide la energía térmica o calor.

Cuadro N° 2 Parámetros Físicos y organolépticos.

Parámetros	La Ceiba (Manantial)		Tanque Concepción		Barrio Concepción		Barrio San Jacinto		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable
Color verdadero Pt-Co	3		2		2		2		15 Pt-Co
Olor	No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable
pH	7.0		7.0		7.0		7.0		8,5 [1)]
Sabor	No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable		No rechazable
Solidos totales disueltos (mg/L)	Mx 1: 64.0	Mx 2: 64.0	Mx 1: 63.0	Mx 2: 63.0	Mx 1: 61.0	Mx 2: 61.0	Mx 1: 66.0	Mx 2: 66.0	1 000 [2)]
Turbidez (UNT)	0.36	0.36	0.25	0.25	0.7	0.7	0.78	0.78	5 [3)]
Temperatura (°C)	27°		27°		27°		30°		No rechazable

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

1) Límite mínimo permisible 6,0 unidades(28)
2) Por las condiciones propias del país(28)
3) Para el agua tratada en la salida de planta de tratamiento de aguas superficiales, el límite máximo permisible es 1.(28)

En el cuadro N°2

El color verdadero no sobrepasan el límite máximo permisible de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable, por lo cual no contiene materiales coloidales o en suspensión.

El olor en las diferentes muestras fue no rechazable.

El pH no sobrepasa el límite máximo permisible de las muestras según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable, este parámetro es una medición en la que se puede conocer el tipo de agua la cual puede ser neutra, acida o básica, esto dependerá de las sustancias que estén presentes.

El sabor se determinó como no rechazable, ya que no tenían mal sabor para el paladar del analista.

Sólidos totales disueltos los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la NSO 13.07.01:08, este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales.

Turbidez cumple con los valores de la NSO 13.07.01:08 ya que ningún valor sobrepaso lo establecido por dicha norma, este parámetro es la característica que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos.

Temperatura se obtuvieron valores aceptables, esta es una propiedad física que mide la energía térmica o calor.

Cuadro N° 3 Parámetros Químicos.

Parámetros	El Cafetal 1 (Manantial)		Tanquilla San Antonio		Barrio San Antonio		Barrio El Centro		Barrio San José		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable (mg/L)
	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	
Dureza total ($CaCO_3$) (mg/L)	53.5	53.5	45.5	47.5	49.5	49.5	47.5	49.5	49.5	49.5	500
Hierro total (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,30 [1)]
Manganeso total (mg/L)	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0,10 [1)]
Sulfatos (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	400,00
Nitratos (NO_3) (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	45,00
Flúor (mg/L)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	1,00
Nitritos (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1,00
Arsénico (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,01
Plomo (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,01
Alcalinidad total (mg/L)	66.0	64.0	62.0	62.0	60.0	62.0	62.0	62.0	66.0	66.0	No declarado

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

1) Cuando los valores de hierro y manganeso superen el límite máximo permisible establecido en esta noma y no sobrepasen los valores máximos sanitariamente aceptables de 2,0 mg/L para el hierro y de 0,5 mg/L para el manganeso, se permitirá el uso de quelantes para evitar los problemas estéticos de color, turbidez y sabor que se generan.

En el cuadro N°3

Los valores obtenidos en los diferentes parámetros se compararon con los establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:08. Agua. Agua potable.

En las diferentes muestras la dureza no sobrepasan el límite máximo permisible, este es un parámetro importante para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua.

Hierro**,** las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Manganeso**,** en las diferentes muestras no sobrepasan el valor establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Sulfatos**,** las muestras cumplen con lo establecido por dicha norma.

Nitratos**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la norma.

Flúor**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Nitritos**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo establecido por la norma.

Arsénico y plomo, en las diferentes muestras presenta los valores bajo el límite de detección del equipo de absorción atómica utilizado por tanto dichas muestras cumplen con el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Alcalinidad**,** La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable. No declara dicho límite.

Cuadro N° 4 Parámetros Químicos.

Parámetros	La Ceiba (Manantial)		Tanque en Concepción		Barrio Concepción		Barrio San Jacinto		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable (mg/L)
	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	
Dureza total ($CaCO_3$) (mg/L)	51.5	51.5	57.4	55.4	49.5	49.5	51.5	51.5	500
Hierro total (mg/L)	0.08	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,30 [1)]
Manganeso total (mg/L)	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04	0,10 [1)]
Sulfatos (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	400,00
Nitratos (NO_3) (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	45,00
Flúor (mg/L)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	1,00
Nitritos (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1,00
Arsénico (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,01
Plomo (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,01
Alcalinidad total (mg/L)	66.0	66.0	64.0	64.0	60.0	60.0	62.0	62.0	No declarado

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

1) Cuando los valores de hierro y manganeso superen el límite máximo permisible establecido en esta noma y no sobrepasen los valores máximos sanitariamente aceptables de 2,0 mg/L para el hierro y de 0,5 mg/L para el manganeso, se permitirá el uso de quelantes para evitar los problemas estéticos de color, turbidez y sabor que se generan.

En el cuadro N°4

Los valores obtenidos en los diferentes parámetros se compararon con los establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:08. Agua. Agua potable.

Dureza**,** en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible, este es un parámetro importante para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua.

Hierro**,** las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Manganeso**,** en las diferentes muestras no sobrepasan el valor establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Sulfatos**,** las muestras cumplen con lo establecido por dicha norma.

Nitratos**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la norma.

Flúor**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Nitritos**,** los valores obtenidos en las diferentes muestras no sobrepasan el límite máximo establecido por la norma.

Arsénico y plomo, en las diferentes muestras presenta los valores bajo el límite de detección del equipo de absorción atómica utilizado por tanto dichas muestras cumplen con el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

Alcalinidad**,** La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable. No declara dicho límite.

Cuadro N°5 Parámetros Microbiológicos.

Parámetros	El Cafetal 1 (Manantial)		Tanquilla San Antonio		Barrio San Antonio		Barrio El Centro		Barrio San José		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable (mg/L)
	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	
Bacterias coliformes Totales	2.2	2.2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	1.1	1.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Bacterias coliformes fecales	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Escherichia Coli	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Conteo de bacteria heterótrofas	68	70	6	6	190	150	72	70	100	120	100 UFC/mL

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

En el cuadro N°5

Los valores obtenidos para bacterias coliformes totales no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la norma, excepto la del manantial El cafetal 1 y la del barrio El Centro ya que estos si sobrepasaron los valores, esto indica contaminación microbiana y se debe a que se encuentran en grandes cantidades en el suelo, vegetación y fuentes de agua.

Los valores de las bacterias heterótrofas se salen de lo establecido por la NSO 13.07.01:08 los del barrio San Antonio y barrio San José, el resto de las muestras no sobrepasan lo establecido. Estas bacterias son las que utilizan los compuestos de carbono orgánico como fuente de energía y para su crecimiento.

Bacterias coliformes fecales, los valores obtenidos en este parámetro no sobrepasan a los establecidos por la NSO 13.07.01:08. Este parámetro indica la contaminación de heces fecales de humanos y/o animales.

Escherichia coli*,* estos valores no sobrepasaron el establecido por la norma. Este parámetro indica contaminación por medio de las heces.

Cuadro N°6 Parámetros Microbiológicos.

Parámetros	La Ceiba (Manantial)		Tanque Concepción		Barrio Concepción		Barrio San Jacinto		Límite máximo permisible NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable (mg/L)
	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	Mx 1	Mx 2	
Bacterias coliformes totales	>23	>23	23	23	16.1	16.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Bacterias coliformes fecales	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Escherichia Coli	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1,1 NMP/100 mL
Conteo de bacteria heterótrofas	600	640	100	120	120	150	1	1	100 UFC/mL

Mx 1: Muestra 1

Mx 2: Muestra 2

En el cuadro N°6

Los valores obtenidos para bacterias coliformes totales no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la norma, la muestra tomada del barrio San Jacinto, el resto sobrepasa notablemente el valor establecido, esto indica contaminación microbiana y se debe a que se encuentran en grandes cantidades en el suelo, vegetación y fuentes de agua.

Los valores de las bacterias heterótrofas se salen de lo establecido por la NSO 13.07.01:08 excepto las muestras del barrio San Jacinto, las demás muestras de los otros lugares si sobrepasan lo establecido. Estas bacterias son las que utilizan los compuestos de carbono orgánico como fuente de energía y para su crecimiento.

Bacterias coliformes fecales, los valores obtenidos en este parámetro no sobrepasan a los establecidos por la NSO 13.07.01:08. Este parámetro indica la contaminación de heces fecales de humanos y/o animales.

Escherichia coli*,* estos valores no sobrepasaron el establecido por la norma. Este parámetro indica contaminación por medio de las heces.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. Las muestras de agua analizadas cumplen con los parámetros físicos y organolépticos según Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

2. De acuerdo al análisis fisicoquímico realizado a las diferentes muestras de agua de la zona urbana de Concepción Quezaltepeque del departamento de Chalatenango estas no sobrepasan los límites máximos permisibles de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

3. El agua analizada microbiológicamente de la zona urbana de Concepción Quezaltepeque del departamento de Chalatenango, en El Cafetal 1 y en el barrio El Centro hay contaminación de coliformes totales lo que indica que el agua no puede ser consumida sin previo tratamiento.

4. Las muestras de agua analizadas en el barrio San Antonio y barrio San José, según parámetros microbiológicos indica la presencia de bacterias heterótrofas ya que sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable. El resultado es afectado debido a que las condiciones de higiene que presentan los grifos no son las adecuadas.

5. Del total de muestras analizadas microbiológicamente únicamente el barrio San Jacinto no sobrepasa el límite de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

6. Las muestras de agua analizadas microbiológicamente indican la presencia de bacterias heterótrofas ya que estas sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO13.07.01:08 Agua. Agua potable, excepto las muestras del barrio San Jacinto. Esto se debe a a que las condiciones de higiene que presentan los grifos no son las adecuadas y al cambio parcial de las tuberías dañadas que coinciden con los puntos contaminados.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

1. Que la Alcaldía Municipal como ente responsable del suministro del agua, forme directiva o comités para incentivar a la población a mantener la limpieza de los manantiales y así mantenerlos en buenas condiciones.

2. Gestionar ante las autoridades responsables un monitoreo constante a las fuentes agua de consumo humano en la zona seleccionada para verificar si existe cambio significativo en los resultados al agua suministrada en la zona urbana de Concepción Quezaltepeque del departamento de Chalatenango.

3. Que la Alcaldía Municipal en conjunto con la Unidad de salud de la zona, formen equipos de trabajo orientados a impartir charlas educativas con respecto al cuido y limpieza de las áreas, manantiales, tuberías de distribución, tanques y los grifos domiciliares.

4. Que los habitantes de la zona formen comités, para gestionar mediante la Alcaldía Municipal métodos de tratamiento que ayuden a mejorar la calidad del agua.

5. Gestionar ante la autoridad correspondiente a que realicen con frecuencia análisis microbiológico a las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, esta debe cumplir con lo establecido por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable.

6. Que la Alcaldía Municipal gestione ante la autoridad competente y realice cambio de tuberías que abastecen el agua al municipio en estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. Estévez y Cia. Ecólogos consultores. Estudio hidrológico del área de Concepción Quezaltepeque del Departamento de Chalatenango. Junio 2006. Pág. 1-2

2. Facultad de Química y Farmacia. Departamento de Análisis Químico e Instrumental. Manual de Química Analítica II. Año lectivo 2007.

3. Facultad de Química y Farmacia. Departamento de Bioquímica y Contaminación Ambiental Manual de Microbiología aplicada I. Año lectivo 2008.

4. Harrigan W.F, Método de Laboratorio de Microbiología, España. Editorial Académica León. Pág. 110

5. Lenore S. Clesceri, WPCF, Arnold D. Greenberg, APHA, R. Rhodes Trussell, AWWA. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid (España). Ediciones Díaz de Santos. 1992. 17o edición. Pág. 1-33-46, 2-57-62, 2-78-83, 2-88-89, 3-1-6, 3-13, 3-82-87, 3-112-119, 3-120-123, 3-130-133, 4-95-115, 4-229-235, 9-1-52, 9-64-131

6. Ministerio de salud, CESCA (CONTROL Y ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA), COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación). Manual de operación de sistemas de agua. El Salvador, Diciembre de 1999. Pág. 6-9, 15-20

7. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. Washington, DC. 1995. 2° Edición. Volumen 1 Pág. 15-17, 129-133

8. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Criterios relativos a la salud y otra información base. 1987. Volumen 2 Pág. 65-68, 103-107, 109-113, 115-122, 134-140

9. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. 1988. Volumen 3 Pág. 32-33, 76-126.

10. Perkin Elmer. Analytical Métodos for Atomic Absorption Spectrometry Modelo 3110. Pág. 73,88, 90, 96,125.

11. SACDEL (Sistema de Asesoría y Capacitación para el Desarrollo Local). Plan de Desarrollo Municipal de Concepción Quezaltepeque 2010-2012. Abril 2010. Pág. 5, 6, 7.

12. S.E.M.A.H. S.A DE C.V. (SERVICIOS DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y ACTIVIDADES CONEXAS, SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE). Estudio sobre la producción y demanda en los diferentes sistemas de agua ubicados en los municipios que conforman La Mancomunidad la montañona. Chalatenango, Diciembre 2004. Ficha técnica en pág. 6, 11 de los anexos.

13. http://ingenieriaambientalapuntes.blogspot.com/2009/03/indices-de-calidad-del-agua.html [Consultado el 22.07.2011]

14. http://limno.fcien.edu.uy/pdf/informes/IndicesFisicoquimicosyBiologicosdeCalidaddeAguaparalaCuencadelSantaLucia.pdf [Consultado el 22.07.2011]

15. http://www.microinmuno.qb.fcen.uba.ar/SeminarioAguas.htm
[Consultado el 22.07.2011]

16. http://www.aula21.net/Nutriweb/agua.htm [Consultado el 08.08.2011]

17. http://www.angelfire.com/amiga2/maria11/QUIMICAS.html
[Consultado el 09.08.2011]

18. http:rue.ua.es/dspace/bitstream/10045/8252/4/T7Abasore.pdf
[Consultado el 09.08.2011]

19. http://es.wikipedia.org/wiki/coliforme [Consultado el 15.08.2011]

20. http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable [Consultado el 16.08.2011]

21. http://es.wikipedia.org/wiki/Agua [Consultado el 16.08.2011]

22. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/ OMS
[Consultado el 18.08.2011]

23. http://bvs.per.paho.org/bvsacd/scan/004691/004691-06.pdf. Examen de coliformes por la técnica de tubos múltiples de fermentación.
[Consultado el 05.10.2011]

24. http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/o778-2009-sco.html#pC Método de detección y recuento de bacterias coliformes y de Escherichia coli en aguas de consumo por el NMP (número más probable) en medio líquido utilizando la tecnología del sustrato definido® (DST). [Consultado el 05.10.2011]

25. http://www.bvsde.paho.org/bvsala/e/fulltext/recuento/recuento.pdf Curso de Certificación de Microbiología (OPS) [Consultado el 09.10.2011]

26. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/14.html [Consultado el 13.10.2011]

27. http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc7715/doc7715-6.pdf [Consultado el 13.10.2011]

28. http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/NORMA_AGUA_POTABLE_2_a.pdf [Consultado 06.08.11]

ANEXOS

ANEXO N° 1

NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA (NSO) 13.07.01:08 AGUA. AGUA POTABLE (28)

VER NORMA EN EL SIGUIENTE DOCUMENTO

ANEXO N° 2

EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

EQUIPO

- Auto clave 121 lbs
- Balanza analítica.
- Balanza Granataria
- Baño maria
- Desecador
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
- Espectrofotómetro UV-VIS
- Estufa
- Incubadora

MATERIAL

- Aza de platino
- Agitador magnético
- Balón Volumétrico de 1000.0 mL
- Balón Volumétrico de 100.0 mL
- Beakers de vidrio de 100 mL, 250 mL
- Bureta graduada de 50.0 mL
- Capsula de porcelana
- Celdas de Vidrio
- Erlenmeyer de 250 mL
- Erlenmeyer de 125 mL
- Embudos de vidrio cuello corto
- Espátula
- Frasco lavador
- Gradilla

- Mechero de bunsen
- Placas de petri
- Probetas graduadas de 10.0 mL, 25.0 mL y 50.0 mL.
- Pipeta volumétrica de 10.0 mL
- Soporte con pinza para bureta
- Termómetro de Mercurio
- Tubos de Durham
- Tubos con tapón de rosca

REACTIVOS:

- Acido Nítrico (L)
- Acido Sulfúrico (L)
- Carbonato de Calcio(S)
- Cloruro de Amonio(S)
- Cloruro de Magnesio(S)
- Cloruro de Sodio(S)
- EDTA 0.01M (S)
- Hidróxido de Amonio(S)
- Manganeso(S)
- Nitrato de Plomo(S)
- Patrón de Cloroplatinato de Cobalto (L)
- Tiras de papel pH
-Tiosulfato de sodio (S)

ANEXO N°3

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

PREPARACIÓN DE REACTIVOS PATRÓN ESTÁNDAR DE CLOROPLATINATO DE COBALTO (5)

Disolver 1.246 g de Cloroplatinato de potasio K_2PtCl_6 (equivalente a 500 mg de Platino Metálico) y 1.000g de Cloruro de Cobalto cristalizado, $CoCl_2.6H_2O$ (equivalente aproximadamente a 250mg de Cobalto metálico en agua destilada con 100 mL de Acido Clorhídrico concentrado y diluir a 1000 mL con agua destilada. Este patrón tiene 500 Unidades Platino Cobalto

SOLUCIÓN DE EDTA (SAL DISODICA) 0.01 M. (2)

Disolver 2 g de EDTA (sal disódica) más 0.05 g de $MgCl_2.6H_2O$ en agua destilada y aforar a 1000 mL.

SOLUCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO 0.01 M. (2)

Disolver 0.5 g de Carbonato de calcio secado a 110º C durante 2 horas y disolverlo en 10 ml HCl 3N y aforar a 1000 mL con agua destilada.

HIERRO. (2)

Disolver 1.0 g de laminas de hierro en 50 mL de HNO_3 (1+1). Diluir a 1000 ml con agua desionizada.

PLOMO. (2)

Disolver 1.598 g de nitrato de plomo en acido nítrico (v/v) al 1% y diluir a 1000 mL con HNO_3 (v/v) al 1 % .

Nota: este elemento es tóxico y su manipulación debe hacerse en cámara extractora.

MANGANESO(2)

Disolver 1.0 g del metal manganeso en un volumen mínimo de HNO_3 (1+1). Diluir a 1000 mL con HCl 1 % (v/v).

PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO PLATE COUNT AGAR (3)

Disolver 22.5 g por litro esterilizar en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C.

CALDO EC (3)

Disolver 37 g por litro y distribuir en tubos con campana esterilizar en auto clave por 15 minutos a una temperatura de 121°C.

EMB (3)

Disolver 36 g por litro esterilizar en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C .

CALDO LAURILSULFATO (3)

Disolver 36.5 g/L y distribuir en tubos provistos eventualmente de campanas de Durham. Esterilizar en autoclave (15 min a 121°C) pH: 6.8±0.1

MEDIO DE VERDE BRILLANTE LACTOSA BILIS (5)

Disolver 30 g/L y distribuir en tubos provistos eventualmente de campanas de Durham. Esterilizar en autoclave (15 min a 121°C) pH: 7.2±0.2

ANEXO N°4

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Fig. N°2 Mapa del Departamento de Chalatenango.

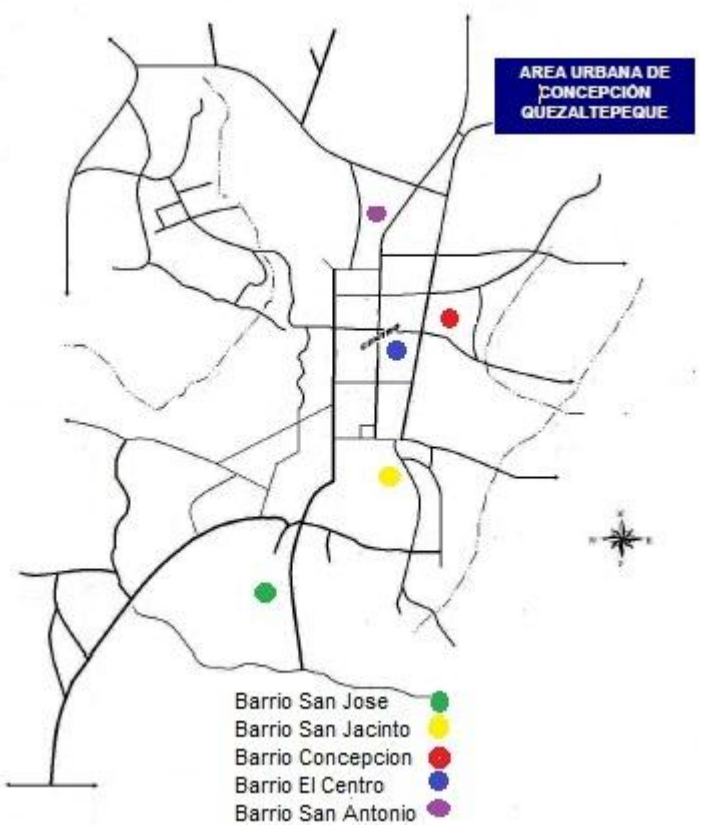

Fig. N° 3 Zona urbana del Municipio de Concepción Quezaltepeque.

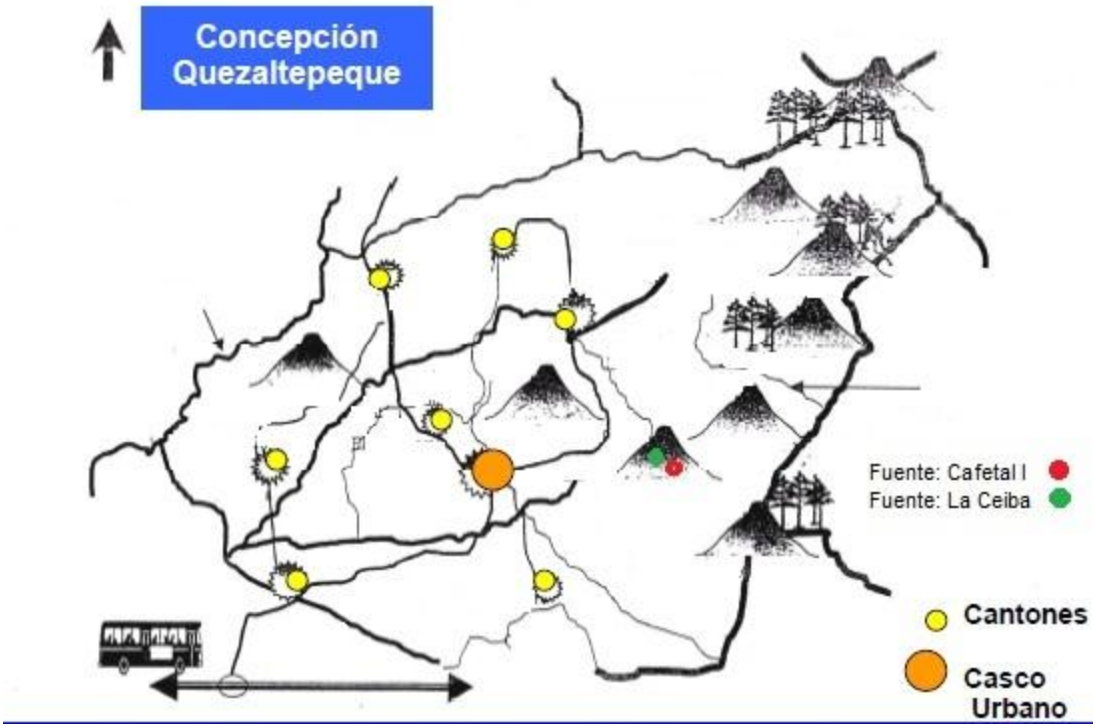

Fig. N° 4 Motochico, lugar de los manantiales

ANEXO N°5

ESQUEMA DE TOMA DE MUESTRA

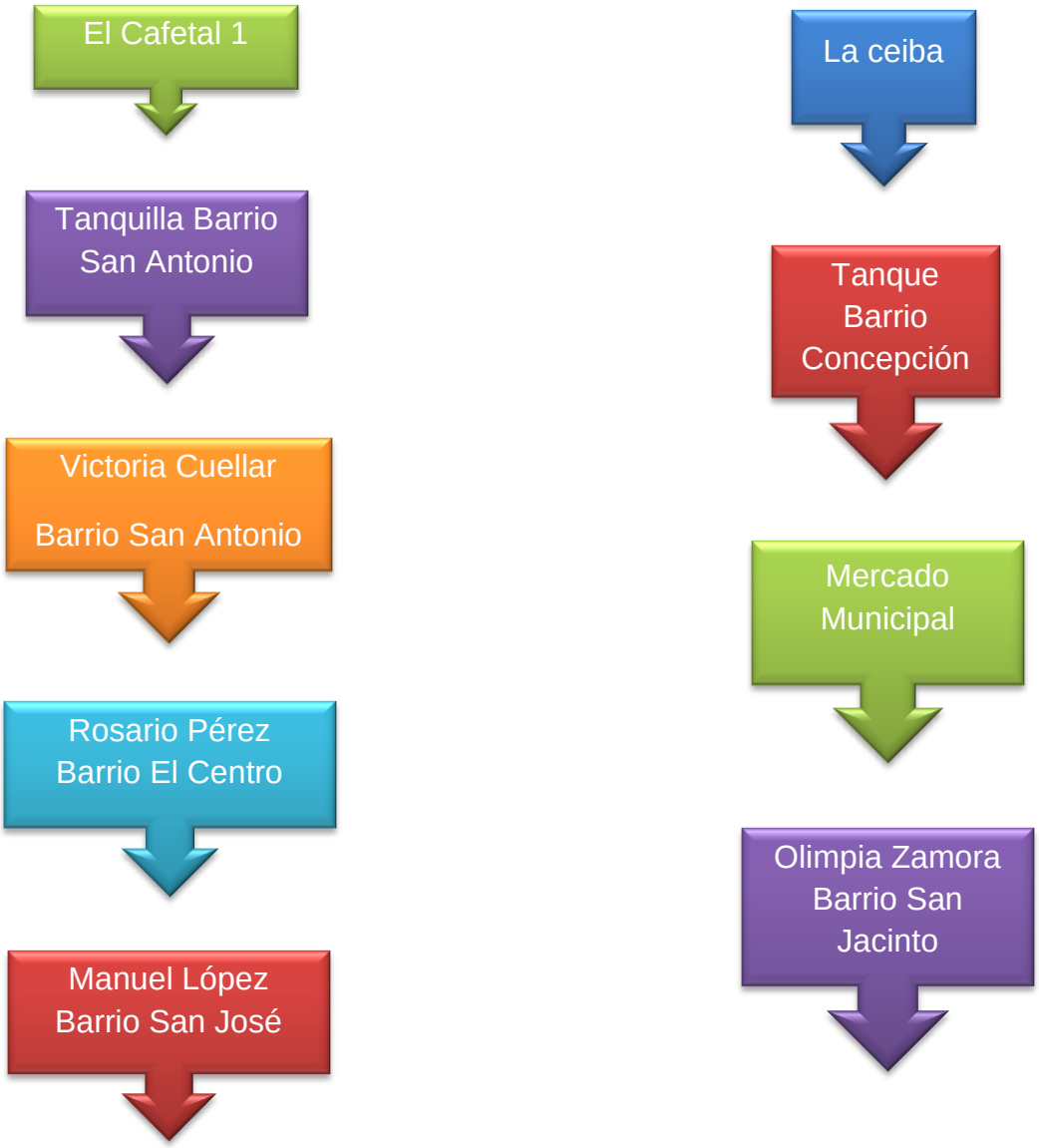

Fig. N° 5. Esquema para la toma de muestra de agua

ANEXO N°6

CUADRO DE MORBILIDAD DE SIBASI 2011

Lista de Morbilidad por Capitulos por Sexo.
Periodo del 01/01/2011 al 18/11/2011
Todas las Consultas
Todos los servicios
SIBASI CHALATENANGO
Departamento de Chalatenango
Municipio de CONCEPCION QUEZALTEPEQUE CH
MSPAS

Grupo de Causas	Consultas masculino	Tasa	Consultas femenino	Tasa	Total Consultas	Tasa
Enfermedades del sistema respiratorio (J00-J99)	1,345		2,898		4,743	
Enfermedades del sistema circulatorio (I00-I99)	561		1,590		2,151	
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00-B99)	699		1,163		1,862	
Enfermedades del sistema genitourinario (N00-N99)	248		1,491		1,739	
Enfermedades endocrinas nutricionales y metabolicas (E00-E90)	265		1,058		1,323	
Enfermedades del Sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo (M00-M99)	380		769		1,149	
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud (Z00-Z99)	186		701		887	
Enfermedades del sistema digestivo (K00-K93)	259		611		870	
Enfermedades de la piel y del tejido subcutaneo (L00-L99)	366		492		858	
Enfermedades del sistema nervioso (G00-G99)	115		572		687	
Sintomas, signos y hallazgos anormales clinicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte (R00-R99)	227		345		572	
Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas (S00-T98)	321		223		544	
Embarazo, parto y puerperio (O00-O99)	0		302		302	
Enfermedades del oido y de la apófisis mastoides (H60-H95)	127		167		294	
Enfermedades del ojo y sus anexos (H00-H59)	89		196		285	
Trastornos mentales y del comportamientos (F00-F99)	73		168		241	
Enfermedades de la sangre y de los organos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad (D50-D89)	50		68		118	
Tumores(neoplasias)(C00-D48)	16		90		106	
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (P00-P96)	20		15		35	
Malformaciones congenitas deformidades y anomalias cromosomicas (Q00-Q99)	6		10		16	
Demás causas	2		17		19	

ANEXO N°7

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.
Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE NITRATOS.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- NO_3-1

- NO_3-2

PROCEDIMIENTO:

- Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
- Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
- Agregar 5gotas del reactivo NO_3-1 y agitar.
- Agregar 1 cucharadita del reactivo NO_3-2 y agitar bien durante 1 minuto.
- Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.
- Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a 436 nm.

CALCULOS: Lectura directa.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.
Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE NITRITOS.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- NO_2-1
- NO_2-2

PROCEDIMIENTO:

- Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
- Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
- Agregar 4 gotas del reactivo NO_2-1 y agitar.
- Agregar 1 cucharadita del reactivo NO_2-2 y agitar.
- Limpiar el tubo y esperar 10 minutos.
- Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a 540 nm.

CALCULOS: Lectura directa.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE FLÚOR.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- F-1

PROCEDIMIENTO:

- Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
- Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
- Agregar 0.5 mL del reactivo F-1 y agitar.
- Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.
- Colocar el tubo en el espectrofotómetro y leer la muestra a 585 nm.

CALCULOS: Lectura directa.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE DUREZA TOTAL COMO ($CaCO_3$)

Método: Titrimétrico

REACTIVOS:

- EDTA 0.01M
- Solución amortiguadora de dureza.
- Indicador NET

PROCEDIMIENTO

- Medir 50 mL de la muestra.
- Agregar 2 mL de solución amortiguadora de dureza
- Agregar 3 gotas de indicador NET
- Titular con EDTA 0.01M.

Cálculos:

Dureza (EDTA) como mg $CaCO_3$/L = A x B X 1000 / mL de muestra

Donde:

A = mL de titulante gastado por muestra

B= mg $CaCO_3$ equivalentes a 1.00 mL de EDTA como titulante.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL COMO ($CaCO_3$)

Método: Titrimétrico

REACTIVOS:

- H_2SO_4 0.02N
- Indicador anaranjado de metilo.

PROCEDIMIENTO:

- Medir 50 mL de la muestra.
- Agregar 2 gotas de indicador Anaranjado de metilo.
- Titular con H_2SO_4 0.02N.

CALCULOS:

Alcalinidad total como mg $CaCO_3$/L = A x B X 50000 / mL de muestra

Donde:

A = mL de acido valorado gastado.

B= normalidad del acido.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE MANGANESO TOTAL.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- Mn-1
- Mn-2
- Mn-3

PROCEDIMIENTO:

- Lavar los tubos de ensayos con agua desmineralizada.
- Tomar 5 mL de muestra y traspasarla al tubo de ensayo.
- Agregar 5 gotas del reactivo Mn-1 y agitar.
- Agregar 7 gotas del reactivo Mn-2, agitar y esperar 1minuto.
- Agregar una cucharadita del reactivo Mn-3 y agitar.
- Limpiar el tubo y esperar 5 minutos.
- Colocar el tubo y leer la muestra a 470 nm.

Cálculos: Lectura directa.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL.

Método: Espectrofotométrico

REACTIVOS:

- HCL conc.
- Hidroxilamina.
- Solución amortiguadora de acetato de amonio.
- Fenantrolina.

PROCEDIMIENTO.

- Medir 50 mL de muestra
- Agregar 2 mL de HCL conc y 1 mL de Hidroxilamina.
- Calentar a ebullición y reducir hasta 15-20 mL
- Enfriar a t° ambiente y transferir a un balón volumétrico de 50 mL
- Agregar 10 mL de solución amortiguadora de acetato de amonio
- Agregar 2 mL de fenantrolina
- Llevar a volumen de 50 mL
- Leer en espectrofotómetro a 510 nm.

CALCULOS:

mg Fe/L= microgramos Fe (en 50mL volumen final) / mL de muestra.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

TECNICA DE ANALISIS DE PLOMO

Método: Absorción atómica, horno de grafito

1.0 REACTIVOS

-Estándar de 1000 ppm de plomo.

-Ácido nítrico concentrado

2.0 PREPARACIÓN DE REACTIVOS Y ESTÁNDARES

- SOLUCIÓN STOCK DE PLOMO

Transferir 10 mL de estándar de plomo, un frasco volumétrico de 100 mL Diluir con agua a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 5 mL y llevar a volumen de 50.0 mL con agua.

- PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES.

A frascos volumétricos de 100 mL transferir 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 mL de solución stock, aforar con 100 mL con agua, mezclar. Se obtienen concentraciones de 5.0, 10.0, 15, 20.0 mcg por mL respectivamente.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Tomar una porción de muestra previamente acidificada y leer directamente.

3.0 PROCEDIMIENTO.

Determinar las absorbancias de los estándares y la muestra, a la línea de emisión del plomo de 405.8 nm con un espectrofotómetro de absorción atómica, equipado con horno de grafito, con una lámpara de cátodo hueco, usando llama argón. Usando agua como blanco.

4.0 CÁLCULO.

De la gráfica obtenida, el equipo calcula la concentración de la muestra por interpolación.

5.0 REFERENCIA.

Manual equipo de absorción atómica.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

TECNICA DE ANALISIS DE ARSENICO

Método: Absorción atómica, horno de grafito

1.0 REACTIVOS

Estándar de 1000 ppm de Arsénico.

Acido clorhídrico

2.0 PREPARACIÓN DE REACTIVOS Y ESTÁNDARES

- SOLUCIÓN STOCK DE ARSENICO

Transferir 10 mL de estándar de Arsénico, un frasco volumétrico de 1000 mL Diluir con agua a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 5 mL y llevar a volumen de 50.0 mL con agua.

- PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES.

A frascos volumétricos de 100 mL transferir 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 mL de solución stock, aforar con 100 mL con agua, mezclar. Se obtienen concentraciones de 5.0, 10.0, 15, 20.0 mcg por mL respectivamente.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Tomar una porción de muestra previamente acidificada y leer directamente.

3.0 PROCEDIMIENTO.

Determinar las absorbancias de los estándares y de la preparación de la muestra, a la línea de emisión del Arsénico de 235.0 nm con un espectrofotómetro de absorción atómica, equipado con horno de grafito, con una lámpara de cátodo hueco, usando llama argón. Llevar agua como blanco.

4.0 CÁLCULO.

De la gráfica obtenida, el equipo calcula la concentración de la muestra por interpolación.

5.0 REFERENCIA.

Manual equipo de absorción atómica.

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

Determinación de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*

Método: Tubos múltiples o NMP

Es de aplicación a coliformes totales y ***E. coli.*** El uso de la técnica de enzima, define al grupo coliforme como todas las bacterias que poseen la enzima β-D-galactosidasa, la cual reacciona con el sustrato cromogénico, resultando en la liberación del cromógeno.

La ***E. coli*** se define como la bacteria que da una respuesta positiva total como coliforme y que posee la enzima β-glucoronidasa, la cual se une al sustrato fluorogénico dando lugar a la liberación del fluorógeno.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Standars methods 21^{ava} Edición 2005. 9223 A y B; 9221 C; 9215 B.2.

PRINCIPIO DEL MÉTODO

Bacterias Coliformes Totales: los sustratos cromogénicos, tales como Orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosida (ONPG) o el clorofenol rojo-β-D-galactopiranosida (CRPG) o el Isopropil-β-D-tiogalactopiranoside (IPTG), son usados para detectar la enzima β-D-galactosidasa que es producida por las bacterias coliformes totales. La enzima β-D-galactosidasa hidroliza el sustrato y produce un cambio de color, el cual indica una prueba positiva para colif totales a las 24 horas (ONPG e IPTG) o a las 28 horas (CPRG) sin tene realizar procedimientos adicionales.

Escherichia coli: Un sustrato fluorogénico, tal como el 4-metil-umbeliferil- β-D-glucoronida (MUG), es usado para detectar la enzima β-glucoronidasa, que es producida por la E.coli. La enzima β-glucoronidasa, hidroliza el sustrato y produce un producto fluorescente cuando se observa bajo luz ultravioleta a una longitud de onda de 366 nm. La presencia de fluorescencia indica prueba positiva para ***E. coli***. Algunas especies de shigella sp pueden producir un resultado positivo pero por ser un patógeno humano abierto no se considera en detrimento de la prueba para el agua de calidad sanitaria.

REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS.

- Medio cromogénico (IPTG)
- Buffer Fosfato pH 7.2

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

- Asas bacteriológicas 10 μL.
- Pipetas estériles graduadas
- Incubadora.
- Autoclave.
- Refrigeradora
- Tubos de ensayo con tapón de rosca.
- Lámpara UV.
- Baño de maría
- tabla de NMP
- Termómetro graduado

PROCEDIMIENTO:

Para, aguas de red,, agua de pozos tratados: Usar 5 tubos conteniendo medio cromogénico preparado según instrucciones del fabricante**.** Asépticamente agregar 20 mL de muestra a cada tubo, cerrar el tubo y homogenizar.

La cantidad de medio de cultivo a usar para cada tubo es de 10 mL se recomienda usar el medio al triple.

- Incubar a 35 ± 0.5° C por 24 horas.

Coliformes totales:

- Después de transcurrido el tiempo, examinar los tubos para verificar el cambio apropiado de color, según la tabla presentada en criterios de aceptación.
  Nota: si la respuesta de color no es uniforme en todo el tubo, mezcle por inversión antes de la lectura.

Escherichia coli:

Método: Fluorescencia

Examinar bajo fluorescencia los tubos con coliformes totales positivos usando una lámpara UV con longitud de onda de 366 nm. La presencia de fluorescencia es resultado positivo para ***E. coli.***

- Comparar cada tubo contra un control positivo.

  Si la fluorescencia es cuestionable, incubar las muestra por 4 horas más para prueba . Si la fluorescencia se intensifica el resultado es positivo.

Criterios de aceptación

COLIFORMES TOTALES POSITIVOS	E. COLI POSITIVO	RESULTADO NEGATIVO
Verde	Fluorescencia azúl	Amarillo / sin fluorescencia

Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
Telefax: (503)2226-5223 * 2226-7042 * 2235-4836. www.lecc.com.sv,
info@lecc.com.sv

COLIFORMES FECALES EN AGUAS
Método: Fermentación de tubos múltiples

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Standars methods 21^{ava} Edición 2005. 9221 E, 9221 B.1.b.1) y 9221C.
Norma de agua potable, Norma de agua envasada, Norma de agua descargada a un cuerpo receptor. Ediciones vigentes.

FUNDAMENTO

El procedimiento usando medio A-1 es un método de un solo paso que no requiere pre enriquecimiento y que a través de la elevación de temperatura distingue a los coliformes fecales de los totales. Que causan una fermentación de carbohidratos formando gas que evidencia resultados positivos.

Posibles Fuentes de error: Si se analizan directamente 10 mL de muestra de agua, preparar el medio A-1 al doble de concentración.

CONSUMIBLES UTILIZADOS

- Medio A-1
- Buffer Fosfato pH 7.2

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

- Asas bacteriológicas 10 μL.
- Pipetas estériles graduadas
- Refrigeradora
- Tubos de ensayo con tapón de rosca.
- Baño de agua.
- Campanas de Durham.
- Gradillas de plástico
- Índice de NMP
- Termómetro graduado
- Autoclave
- Incubadora

Incubación de los tubos inoculados de la misma forma que para coliformes totales y E. coli:

1. Incubar a 35 ± 0.5° C por 3 horas
2. Transferir los tubos a baño de maría a 44.5 ± 0.2 °C e incubar por 21 ± 2 horas.

Resultados:

A las 24 horas o menos, la producción de gas en cualquier tubo, indica una reacción positiva que demuestra la presencia de coliformes fecales. Calcular el NMP a partir de los resultados positivos .

ANEXO N°8

NOTAS DE ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO

TELEFONOS 2331-2205 2378-1600 FAX 2378-1610

E-MAIL: alcaldiamunicipaldeconcepcionquezaltepeque@hotmail.com

POBLACION TOTAL DEL MUNICIPIO DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

CENSO 2007

Área Urbana: 2998 Habitantes.

MIGUEL ANGEL FUNES MENA

ALCALDE MUNICIPAL

ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO

TELEFONOS 2331-2205 2378-1600 FAX 2378-1610

E-MAIL: alcaldiamunicipaldeconcepcionquezaltepeque@hotmail.com

Concepción Quezaltepeque, 26 de Marzo de 2012

A QUIEN INTERESE:

Por este medio hago constar que esta Municipalidad a recibido la propuesta y resultado de proyecto denominado: **Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua apta para consumo humano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango.** El cual fue presentado por la Señorita Norma del Carmen Aguilar Zamora.

Además como institución nos comprometemos a presentar el contenido de este proyecto los líderes municipales a fin de implementar en un futuro esta propuesta.

ALCALDIA MUNICIPAL CONCEPCION QUEZALTEPEQUE DEPTO. CHALATENANGO EL SALVADOR, C.A. ALCALDE

MIGUEL ANGEL FUNES MENA

ALCALDE MUNICIPAL

ANEXO N°9

IMÁGENES DE LA PARTE EXPERIMENTAL

Fig. N° 6. Manantial El Cafetal 1

Fig. N° 7. Manantial La Ceiba

Fig. N° 8. Tanquilla San Antonio

Fig. N° 9. Tanque de Barrio Concepción

Fig. N° 10. Casa Victoria Cuellar

Fig. N° 11. Mercado Municipal

Fig. N° 12. Casa de Rosario Pérez

Fig. N° 13. Casa de Manuel López

Fig. N° 14. Casa de Familia Aguilar

Fig. N° 15. Medios de tubos múltiples

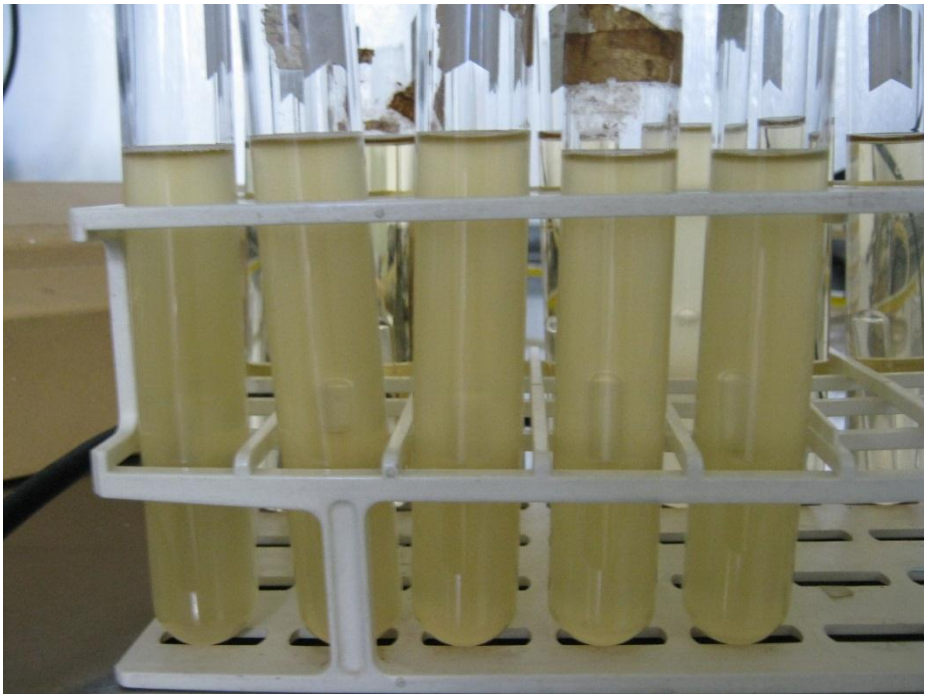

Fig. N° 16. Presencia de Coliformes

Fig. N° 17. Presencia de E. coli

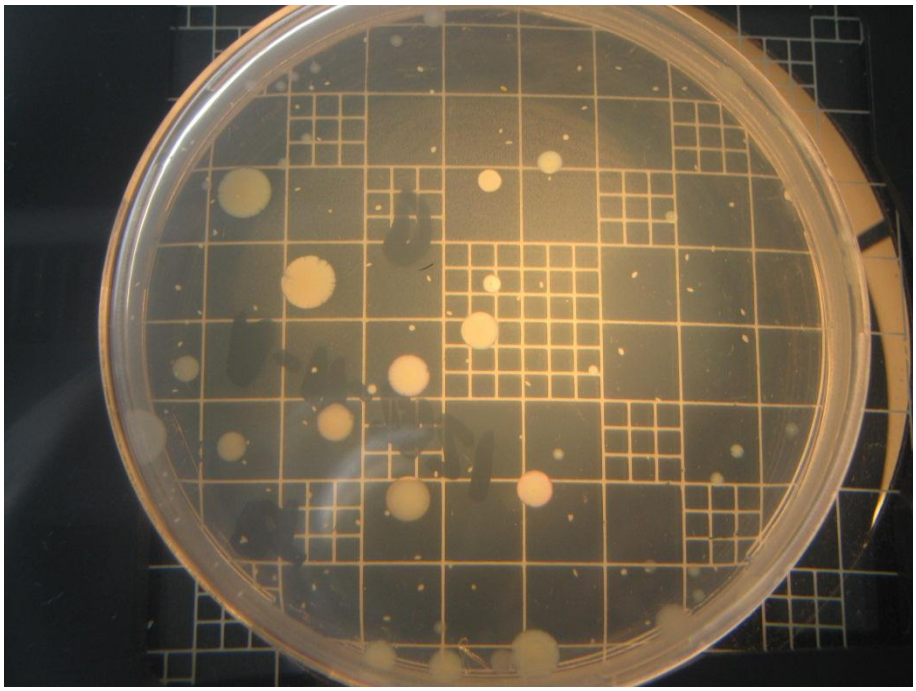

Fig. N° 18. Recuento de Bacterias Heterótrofas