

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**EVALUACION MICROBIOLOGICA Y DETERMINACION DE HIERRO, PLOMO
Y pH EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO COMUNIDADES
DE SESORI, SAN MIGUEL.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

SANTOS JOEL HERNANDEZ AREVALO

NELSON ENRIQUE MEDINA LAZO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

MARZO DE 2014

SAN SALVADOR, EL SALVADOR CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS: MICROBIOLOGICO

MSc. María Evelin Sánchez de Ramos

ASESORA DE AREA DE QUIMICA AGRICOLA:

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

DOCENTE DIRECTORA

MSc. Coralia de los Ángeles González de Díaz

AGRADECIMIENTO

A DIOS: por protegerme y guiarme siempre por el buen camino, colmarme de bendiciones, sabiduría y darme la fuerza para seguir adelante.

A MI QUERIDOS PADRES: por apoyarme siempre en las buenas y en las malas decisiones a lo largo de mi carrera y de mi vida, gracias por estar siempre conmigo, por todos sus consejos, amor y comprensión.

A MIS QUERIDOS HERMANOS. Reina, Mayra, Walter, Noé, Virginia, Xiomara, Yaneth, Dorita, Suleyma, Evelin, William y Jairo. Que son los mejores hermanos del mundo, gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo su amor como hermanos que somos.

A MI ESPOSA Y MI HIJO, Maricela Eliseth Hernández de Hernández y Derick Joel Hernández que son mi fuente de motivación para seguir siempre esforzándome para poder brindarles lo mejor en sus vidas.

A MIS CUÑADOS: Enrique, Oscar, Alejandro, Ever, David, Noé, Fredis a quienes agradezco por su sincero apoyo y amistad brindada

A MI DOCENTE DIRECTOR. Msc. Coralia Gonzales de Díaz, por sus consejos, apoyo, paciencia y su amistad brindada.

A MIS AMIGOS, Y COMPAÑERO DE TESIS, gracias por su excelente comprensión y su sincera amistad, y les deseo muchos éxitos y bendiciones en sus vidas.

Santos Joel Hernández Arévalo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO por haberme guiado siempre por el buen camino porque solo es el único que da la sabiduría y la fuerzas para seguir adelante sin importar los obstáculos él siempre está a nuestro lado.

A MI QUERIDOS PADRES, José Francisco Lazo y María Ángela de Lazo. Que son los mejores padres del mundo y mis mejores amigos, gracias por apoyarme siempre en las buenas y en las malas decisiones a lo largo de mi carrera y de mi vida, gracias por estar siempre conmigo por todos sus consejos, por siempre querer lo mejor para mí y por darme el mejor regalo del mundo su amor y comprensión.

A MIS HERMANOS. José Francisco Lazo M. y José Bladimir Lazo M. Que son los mejores hermanos del mundo, gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo su amor como hermanos que somos.

A MI ESPOSA Y MI HIJA, Dina Ester Pina y Génesis Gabriela Lazo Pineda que son mi fuente de motivación para seguir siempre esforzándome para poder brindarles lo mejor en sus vidas.

A MI DOCENTE DIRECTOR. Msc. Coralia Gonzales de Díaz, por su apoyo, paciencia y su amistad muchas gracias.

A MIS AMIGOS, Y COMPAÑERO DE TESIS, gracias por su excelente comprensión y su sincera amistad, y les deseo muchos éxitos y bendiciones en sus vidas.

Nelson Enrique Medina Lazo.

DEDICATORIA

De manera especial y sincera expreso mis agradecimientos a Dios todo poderoso y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, dedicación y amistad a lo largo de mi carrera.

A MI QUERIDOS PADRES, Santos René Hernández y Dora Elizabeth Arévalo, por confiar siempre en mí y brindarme cada día su apoyo para lograr mi formación académica.

A MIS HERMANOS: por toda la ayuda y apoyo brindado en cada momento que lo necesite, por alentarme y llenar de felicidad momentos en los que sentía no poder.

A MI ESPOSA Y MI HIJO, Maricela Eliseth Hernández y Derick Joel Hernández, por brindarme siempre espíritu de energía para seguir adelante y de estar a mi lado en las buenas y en las malas.

A MIS AMIGOS: Nelson (Enano), Marco (chele), Gustavo (kpi), Joel (Changüaria), Osmin (gato), Alba (gordita) , Natividad, Jaqueline, Aidé, Vicente y Oscarito de todo corazón por estar siempre presente en las buenas y en las malas por compartir partes de nuestras vidas juntos.

A LAS PERSONAS DE MI COMUNIDAD GUAJINIQUIL: Que siempre me incluyeron en sus oraciones y me brindaron sus sabios consejos que me ayudaron a madurar en mi vida personal y profesional.

Santos Joel Hernández Arévalo.

DEDICATORIA

De manera especial y sincera expreso mis agradecimientos a Dios todo poderoso y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, dedicación y amistad a lo largo de mi carrera.

A MI QUERIDOS PADRES, José Francisco Lazo y María Ángela de Lazo, por confiar siempre en mí y brindarme cada día su apoyo para lograr mi formación académica.

A MI ABUELA, Juana Francisca Rivera vda. de Amaya, por siempre estar conmigo y apoyarme siempre desde que inicie en mi formación académica hasta el día de hoy.

A MIS HERMANOS. José Francisco Lazo M. y José Bladimir Lazo M. por toda la ayuda y apoyo brindado en cada momento que lo necesite para terminar mi estudio.

A MI ESPOSA Y MI HIJA, Dina Ester Pina y Génesis Gabriela Lazo Pineda, por brindarme siempre espíritu de energía para seguir adelante y de estar a mi lado en las buenas y en las malas.

A MIS AMIGOS: Santos Joel (el nuevo), Ramón Joel (gordo), José Marco (chele), Gustavo Salgado (kpi), Oscar Cedillos, Osmin (gato), Alba (gordita), Will (sensei), Lucí, Mariela, Natividad, Jaqueline, Aidé, Brenda, Vicente de todo corazón por estar siempre presente en las buenas y en las malas por compartir partes de nuestras vidas juntos.

Nelson Enrique Medina Lazo

INDICE

Resumen	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCION	xviii
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	21
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEORICO	23
3.1 Descripción del municipio de Sesori	23
3.2 Definición del agua	24
3.3 Generalidades del agua	24
3.4 Propiedades del agua	24
3.5 Fuentes de abastecimiento del agua	26
3.6 Parámetros fisicoquímicos a determinar	28
3.7 Parámetros microbiológicos	31
3.7.1 Microorganismos Mesófilos Aerobios:	31
3.7.2 Coliformes totales y fecales	31
3.7.3 Escherichia coli	34
3.7.4 Pseudomona aeruginosa	37
CAPITULO IV	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO	40
4.1 TIPO DE ESTUDIO	40
4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	40
4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO, UNIVERSO Y MUESTRA	41

4.4 PARTE EXPERIMENTAL	43
4.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	43
4.4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	45
CAPITULO V	
5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	71
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	73
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Carta de la Alcaldía Municipal de Seseori
2. Mapas de ubicación geográfica del municipio de Seseori
3. Preparación de estándares y cascadas de dilución
4. Diagramas de procedimientos de los análisis microbiológicos.
5. Cuadros de lecturas
6. Tablas de límites máximos establecidos en la norma salvadoreña obligatoria de agua y agua potable NSO 13.07.01:08
7. Guía de observaciones de las condiciones higiénicas sanitarias de los pozos en comunidades en estudio
8. Ejemplo de etiqueta de identificación de muestras.
9. Informe de resultados a la alcaldía municipal de Seseori
10. Resultados de análisis de plomo y hierro por absorción atómica.
11. Fotografías.

INDICE DE CUADROS

Cuadro N ^o		Pág.
1	Numero de muestras a tomar de cada comunidad del municipio de Sesorí, San Miguel.	42
2	Condiciones higiénico sanitarias del lugar de muestreo.	52
3	Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad San Nicolás	56
4	Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Colonia Libertad.	57
5	Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en las comunidades San Nicolás y La Libertad.	58
6	Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Queserita.	60
7	Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Leonor.	61
8	Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en las Comunidades Queserita y Leonor.	62

- | | | |
|----|---|----|
| 9 | Porcentaje de proyectos que no cumplen con la especificación microbiológicas y fisicoquímicas para plomo, hierro y pH de la norma salvadoreña (NSO 13.07.01:08) | 63 |
| 10 | Lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación del Hierro de las muestras recolectadas en comunidades San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor | 65 |
| 11 | Lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación de Plomo de las muestras recolectada en comunidades San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor | 67 |

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Molécula de Agua	24
2	Agua Lluvia	26
3	Agua Superficial	27
4	Pozo	27
5	Grafica de los proyectos que no cumplen con la clasificación de la norma salvadoreña (NSO 13.07.01:08)	63
6	Grafica de lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación del Hierro de las comunidades La Libertad, San Nicolás, Queseritas y Leonor.	66
7	Grafica de lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación del Plomo de las comunidades: Colonia Libertad, San Nicolás, Queseritas y Leonor.	68

Abreviaturas

g: Gramos

L: Litro

m: Metro

°C: Grados Celsius

mL: Mililitros

pH: Potencial de Hidrógeno

Fig: Figura

UV: Ultravioleta

NMP: Número Más Problema

NSO: Norma Salvadoreña Obligatoria

UFC: Unidades formadoras de colonias

TQ: Tanque de agua comunidad Queseritas

TSN: Tanque de agua de comunidad San Nicolás

TCL: Tanque de agua comunidad Colonia Libertad

TLN: Tanque de agua comunidad Leonor

CPS: Casa de la cual se recolecto agua para análisis del Proyecto San Nicolás

CPL: Casa de la cual se recolecto agua para análisis del Proyecto Colonia Libertad.

CPQ: Casa de la cual se recolecto agua para análisis del Proyecto Queseritas

CPLN: Casa de la cual se recolecto agua para análisis del Proyecto Leonor

E. coli: ***Escherichia coli***

CENSALUD: Centro de Investigación y Desarrollo en Salud

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la calidad microbiológica y determinar los niveles de plomo, hierro y pH en el agua para consumo humano en cuatro comunidades del Municipio de Sesori, San Miguel. El agua es un bien de consumo humano y en muchas ocasiones es un vehículo de enfermedades gastrointestinales, diarreas, gastroenteritis entre otras.

Entre los objetivos de este trabajo fue aplicar una guía de observación de las condiciones en que se encuentran los pozos de San Nicolás, Queseritas, Colonia Libertad y Leonor. Posteriormente se recolectaron muestras de los pozos y tanques de cada una de las comunidades y se utilizó el muestreo aleatorio simple al azar para la recolección de muestras de las viviendas beneficiadas para cada comunidad, dando un resultado de 24 puntos, de los cuales se tomaran dos muestras divididas de la siguiente manera: 24 muestras para análisis microbiológico y 24 para análisis fisicoquímico para la determinación de plomo, hierro y pH. Haciendo un total de 48 muestras en época lluviosa.

Los parámetros microbiológicos de: Bacterias Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, Conteo de bacterias heterótrofas y aerobias, *Pseudomona aeruginosa* se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud CENSALUD de la Universidad de El Salvador. Los parámetros fisicoquímicos hierro y plomo se realizaron en el laboratorio de PROCAFE. Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria de agua potable NSO 13.07.01:08 dando como resultado que ninguno de los proyectos cumple con los límites microbiológicos y fisicoquímicos establecidos

por la Normativa. Posteriormente se elaboró y se entregó un informe de los resultados obtenidos en los análisis del agua a la alcaldía municipal de Sesori y se le recomienda que en conjunto con el inspector sanitario realicen charlas informativas sobre cómo tratar el agua y mantener un constante monitoreo de estas.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La contaminación de las aguas subterráneas en El Salvador es un tema muy importante debido a que las aguas proveniente de diversas fuentes de contaminación así como los desechos de corrales, industriales entre otras no son tratadas y son liberadas indiscriminadamente al medio ambiente, Así mismo el uso de fertilizantes y pesticidas que contaminan el agua con metales pesados y otro tipo de compuestos en las zonas rurales principalmente; ya que estas son áreas donde no se realizan los debidos tratamientos microbiológicos y fisicoquímicos.

Por esta razón el Alcalde y su consejo municipal de Sesori San Miguel solicitan, se realice una investigación microbiológica y determinación de pH, Plomo y Hierro en el agua para consumo humano en cuatro comunidades que forman la red de abastecimiento de agua como lo son: la comunidad San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor, ya que dichas tuberías se observan deterioradas y por ser metálicas pueden proporcionar metales pesados como plomo y hierro al agua.

En el trabajo se inició con la elaboración de una guía de observaciones de las zonas donde se encuentran ubicados cada uno de los pozos y tanques de los Comunidades antes mencionados. Se determinó el número de las muestras a recolectar por medio de un muestreo aleatorio simple al azar, dando como resultado 24 puntos a determinar, de los cuales se tomaron dos muestras divididas de la siguiente manera: 24 muestra para análisis microbiológico y 24 para análisis fisicoquímico para la determinación de plomo, hierro y pH. Haciendo un total de 48 muestras recolectadas en la época lluviosa.

Los parámetros microbiológicos analizados fueron Bacterias Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, Conteo de bacterias heterótrofas y aerobias, *Pseudomona aeruginosa* se realizaron en el Laboratorio de

Microbiología de agua del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud CENSALUD de la Universidad de El Salvador. Los parámetros fisicoquímicos hierro y plomo se realizaron en laboratorio PROCAFE. Y la determinación del pH se realizó con un pHmetro de campo.

Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria de agua potable NSO 13.07.01:08.

La investigación de campo y experimental se realizó de agosto a diciembre de 2013. Los resultados se dieron a conocer a la Alcaldía Municipal de Sesori y a miembros de Juntas de Agua.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

Realizar una evaluación microbiológica y determinación de hierro, plomo y pH en agua para consumo humano en cuatro comunidades de Sesori, San Miguel.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Aplicar una guía de observación de las condiciones higiénicas en que se encuentran ubicados los pozos seleccionados.
- 2.2.2 Analizar microbiológicamente las muestras de agua recolectadas para Bacterias Coliformes totales, Bacterias Coliformes fecales, *Escherichia coli* conteo de bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas y *Pseudomona aeruginosa*
- 2.2.3 Determinar los niveles de plomo, hierro y pH a las muestras recolectadas de agua de pozos, tanques y viviendas.
- 2.2.4 Comparar los resultados de los análisis realizados de acuerdo con lo establecido en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO.13.07.01:08 para agua Potable.
- 2.2.5 Dar a conocer a la Alcaldía Municipal de Sesori y a miembros de Juntas de Agua del municipio, los resultados de los análisis realizados.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Descripción del municipio de Sesori ⁽¹⁹⁾.

El municipio de Sesori es un pueblo de origen lenca, que se remonta a las épocas precolombinas. En idioma Potón, este toponímico proviene de las voces sesuli, sesoli: tacuazín; rip: brincar significa "Donde brinca el tacuazín" está ubicado a 153 Km de San Salvador en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 203.3 Km² y cuenta con 10,705 habitantes; el 10 de marzo de 1874, el pueblo de Sesori fue elevado a la categoría de Villa; en el año de 1892 que por decreto legislativo del 14 de marzo se creó como cabecera de distrito administrativo en el departamento de San Miguel. Siendo promovida a ciudad en el año de 1922.

La comunidad de Sesori consta de juntas administradoras de sistemas de agua que nacen a partir de la organización del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, con el fin de que servirá para el fortalecimiento y construcción de una planificación más efectiva que permita mejorar el servicio de agua en el territorio. Estas juntas de agua son las encargadas de administrar dichos sistemas de abastecimiento de agua, desde el estado de sus pozos, tanque, tuberías y otros gastos que surjan de estos: por lo que su presupuesto no les permite monitorear la calidad del agua que consumen.

Las comunidades de: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor cuentan con su sistema de abastecimiento de agua. En esta zona rural la unidad de salud de Sesori siempre reporta un aumento en las enfermedades gastrointestinales durante la época lluviosatales como: diarrea, cólera, disentería y fiebres entre otras.

3.2 Definición del agua ⁽⁴⁾.

Aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la norma.

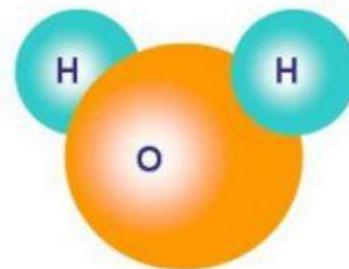


Figura N° 1 Molécula de

3.3 Generalidades del agua ⁽⁶⁾

El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96.5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1.74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), el porcentaje restante se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos, su importancia reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que suceden en la naturaleza, no solo en organismos vivos sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en laboratorios y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua.

3.4 Propiedades del agua ⁽¹³⁾

Según la química inorgánica es un compuesto químico cuya fórmula es H_2O ; contiene en su molécula un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. A temperatura ordinaria es un líquido insípido, inodoro e incoloro en cantidades pequeñas; en grandes cantidades retiene las radiaciones del rojo, por lo que a nuestros ojos adquiere un color azul.

Funciones en los organismos según la bioquímica, el agua tiene una importancia esencial en biología, porque es el medio en el cual se realizan procesos vitales. Todos los organismos vivientes contienen agua. En efecto,

tanto en los animales como en las plantas el contenido del agua varía, dentro de los límites comprendidos entre la mitad y los 9/10 del peso total del organismo. También el cuerpo humano está constituido por agua, según un porcentaje en peso que es máximo en los primeros meses de vida embrionaria (cerca del 97%), y disminuye con la edad. En el ser humano, la absorción de agua está regulada por el mecanismo de la sed.

Las membranas celulares son permeables, por lo que es importante que las concentraciones de sustancias disueltas permanezcan en equilibrio estable a ambos lados de las mismas. Esto se consigue mediante la regulación del aporte y la eliminación de agua por el cuerpo. El mecanismo fisiológico de la sed regula el suministro, por medio del líquido ingerido, que es eliminado por el riñón.

Cuando el nivel de agua celular disminuye, los receptores cerebrales detectan el cambio y ordenan por medio de impulsos nerviosos la baja de la eliminación de agua por los riñones y de la secreción de saliva, que a su vez provoca sequedad bucal y deseos de beber.

Contaminación del Agua (6)

Diariamente se acumulan residuos producto de todas las actividades, en el hogar, en el comercio en fábricas, talleres; actividades agrícolas y ganaderas. La cantidad de residuos es mayor en las zonas urbanas e industriales, que en las zonas rurales.

Si estos desechos no son tratados contaminan el ambiente y por lo tanto afectan al entorno del ser vivo. Los depósitos o vertederos de desechos llenan el aire de olores desagradables, contaminan los cursos de agua cercanos crean focos de procreación de ratas, cucarachas y otros animales comedores de carroña.

El agua puede contaminarse de diferentes formas, aunque la más común en la actualidad es por descarga de agua servida o cloacas de áreas urbanas en ríos y arroyos.

Otras fuentes de contaminación del agua son residuos industriales, microorganismos patógenos o productores de enfermedades, pesticidas, detergentes, aceites de motores, plásticos, nitratos y fosfatos usados como abonos de plantas, sedimentos sólidos erosionados del suelo, sustancias radioactivas, agua caliente arrojada por las plantas nucleares e industriales y otros focos de contaminación de las aguas son los desechos orgánicos provenientes de mataderos de ganado o de aves. Los corrales abiertos tienen el potencial de producir escurrimiento si no están debidamente construidos y mantenidos. El escurrimiento del corral contiene estiércol, suelo, químicos. El escurrimiento de los techos, de las vías de acceso, y de las áreas empastadas o cultivadas sin estiércol es relativamente limpio y debería de ser desviado lejos del corral de engorda para reducir el volumen total de desperdicio que debe de ser manejado. La desviación de agua limpia lejos del estiércol puede ser hecha con la construcción de aceras, diques, o terrazas, y al instalar desagües en los techos de construcción.

3.5 Fuentes de abastecimiento del agua (6)

Agua lluvia. La lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua. La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente



Figura N° 2 Agua lluvia

de abastecimiento.

Agua superficial.

En algunas situaciones las aguas superficiales o subterráneas disponibles tienen una calidad muy alejada de los límites establecidos para considerarlas potable, sobre todo cuando presentan presencia de metales pesados como el plomo, hierro, mercurio cromo u otras sustancias dañinas para la salud.



Figura N° 3 Agua Superficial

Agua subterránea.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en cada momento en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la tierra.



Figura N° 4 Pozo

El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de km² (como el acuífero guaraní). El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

Pozo⁽¹⁸⁾

Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el petróleo, generalmente

tiene forma cilíndrica, y se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes internas

Con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe para que no cause daño masivo o grave que podría causar el taponamiento del pozo.

Los pozos tradicionales para recoger agua suelen emplazarse en el entorno de las casas, bien en el patio de la vivienda o en la zona común vecinal (plaza, encrucijada de calles), siempre y cuando se halle agua a un nivel moderadamente profundo. Por seguridad y utilidad, el pozo se rodea a nivel de superficie con un brocal, a modo de pretil o parapeto, sobre el que se instala una polea o un cigüeño, para subir el cubo que contiene el agua extraída. También se le suele colocar una tapadera para evitar que caiga suciedad al interior.

3.6 Parámetros fisicoquímicos a determinar ⁽¹⁾

Hierro: el hierro es una sustancia no deseable en el agua, ya que los niveles altos de este le proporcionan sabores metálicos al agua, da compuestos coloreados con el cloro.

El hierro en los suministros de aguas procedentes del subsuelo en zonas rurales es muy frecuente: los niveles de concentración van entre rangos de 0 a 50mg/L. El hierro ocurre de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. Las aguas subterráneas que tienen hierro son normalmente de color naranja y provoca la decoloración en las ropas lavadas, y además tienen un sabor desagradable, que se puede notar en el agua y en la cocina.

El hierro que es disuelto en las aguas subterráneas se reduce a su forma hierro II. Esta forma es soluble y normalmente no causa ningún problema por sí misma. El hierro II se oxida a formas de hierro III que son hidróxidos insolubles en agua. Estos son compuestos rojos corrosivos que tiñen y provocan el bloqueo de pantallas, bombas, tuberías y sistemas de recirculación, entre otros. Si los depósitos de hidróxido de hierro se producen por bacterias del hierro entonces son pegajosos y los problemas de manchas y bloqueo de sistemas son todavía más graves. La presencia de bacterias de hierro puede venir indicada por sustancias limosas corrosivas dentro de lugares de distribución, la reducción del flujo del agua, olor desagradable del agua bombeada del agujero, depósitos limosos y pegajosos que bloquean líneas de distribución principales y laterales, manchas en el pavimento, caída de paredes.

La eliminación de hierro biológico significa la eliminación del hierro de las aguas subterráneas dentro de filtros de aguas. Los microbiólogos reconocen por muchos años que ciertas bacterias son capaces de oxidar e inmovilizar el hierro. Las bacterias responsables de este proceso se encuentran naturalmente en el medio. El exceso de hierro se puede producir por el agua, las canalizaciones en mal estado o muy viejas, pueden ser unas de las causas, también la geología del terreno, en algunas zonas de la Tierra hay mucho hierro en el suelo, esta concentración elevada de hierro se filtra a los acuíferos, haciendo que el agua sea muy rica en hierro.

El exceso de hierro puede tener consecuencias en el sistema cardiovascular, con la obstrucción o estrechamiento de los vasos sanguíneos, obstrucción de las arterias coronarias, infarto de miocardio, daños en el tejido muscular del corazón y alteraciones del sistema eléctrico del corazón. Puede producir daños en el hígado, el exceso de hierro daña los tejidos del hígado produciendo anemias y fallos hepáticos de índole hormonal. La acumulación de hierro puede producir el fallo del páncreas y desarrollarse

diabetes.

Plomo: el plomo es un elemento que no se encuentra naturalmente en el cuerpo humano, es acumulativo y toxico y la ingestión del agua que lo contenga en pequeñas cantidades puede dar lugar a síntomas de envenenamiento con plomo (conocido como saturnismo). El plomo es un metal distribuido en la naturaleza, las principales fuentes de exposición ambiental al plomo es la ingestión de conservas en latas con soldaduras de plomo, la ingestión de agua con plomo procedente de fuentes naturales o del material de tuberías o de soldaduras, especialmente en zonas cuyas aguas son blandas y acidas, y la inhalación de humo y partículas generadas en combustiones industriales.

Una vez depositado en el suelo queda en su mayor parte retenido en la capa superficial (2-5cm de profundidad), especialmente en suelos con un contenido en materia orgánica superior al 5% y un pH mayor de 5. El plomo no se lixivia fácilmente hacia las capas profundas del subsuelo y hacia el agua subterránea excepto en medios muy ácidos. Las intoxicaciones por plomo son muy frecuentes y tiene lugar por la ingestión de compuestos de plomo o la inhalación de vapores, los síntomas de las intoxicaciones agudas son: sequedad en la boca, sed y gusto metálico, seguido por nauseas, dolores abdominales y vómitos.

Absorción Atómica: los metales en solución son detectados directamente por espectrofotometría de absorción atómica, los metales en suspensión son separados por filtración de membrana o en suspendidas en disolventes y se analizan; plomo y cadmio en bajas concentraciones forma quelatos conocidos y la extracción con solventes orgánicos antes de la determinación por absorción atómica, aplicable para aguas superficiales, aguas salinas y desechos domésticos e industriales.

Potencial de Hidrogeno (pH): Es la expresión numérica que indica el grado en que el agua es ácida o alcalina, el pH en la mayoría de fuentes de agua natural, fluctúa entre 6.5 a 8.5, la medición de pH es una de las más importantes y frecuentes pruebas y utilizada en la química del agua, prácticamente cada fase de agua de suministro (neutralizaciones ácido base, suavización del agua, precipitación, desinfección, y control de la corrosión) son dependientes del pH. El pH es utilizado en las mediciones de alcalinidad y dióxido de carbono y en muchos otros equilibrios ácido-básico a una temperatura dada. A una temperatura dada la intensidad de carácter ácido o alcalino de una solución es indicada por el pH o por la actividad del ion hidrógeno. La alcalinidad y la acidez son las capacidades de neutralización ácido-base del agua y usualmente son expresados como mg. CaCO₃ por litro. La capacidad buffer es la cantidad de fuerzas ácidas o alcalinas usualmente expresada en moles por litro que necesita ser cambiada a valores de pH de 1 L de muestra por unidad. El pH como es definido por Sorenson es $-\text{Log} [\text{H}^+]$; es la intensidad del factor de acidez.

En la mayoría de las aguas potables, la actividad del ion hidrógeno es casi igual a su concentración. A causa que el ion hidrógeno es una de las sustancias principales que acepta electrones, cedidos por un metal, cuando se corroe, el pH es un importante factor de medida.

3.7 Parámetros microbiológicos ⁽¹⁰⁾

3.7.1 Microorganismos Mesófilos Aerobios:

Se define como un grupo heterogéneo de bacterias capaces de crecer entre 15 y 45°C, con un rango óptimo de 35°C, son contaminantes de los alimentos y posibles causantes de enfermedad intestinal, en la industria de alimentos es

considerando: como el grupo indicador más grande que existe. El recuento elevado indica la posible presencia de patógenos.

3.7.2 Coliformes totales y fecales

Generalidades

El grupo Coliformes se define como un grupo de microorganismos anaerobios facultativos Gram negativos, no formadores de esporas que pertenecen a la familia de las Entero bacterias. La definición histórica de este grupo se basa en el método usado para su detección (fermentación de la lactosa).

Cuando se usa el método de los tubos de fermentación múltiple, son capaces de fermentar la lactosa obteniendo la formación de gas y ácido a una temperatura de 35 °C en un periodo de 48 horas. Los resultados de análisis de los replicados de las diluciones se reportan en términos del número más probable (NMP) de organismos detectados en la muestra, este número, basado en cierta probabilidad calculada a partir de fórmulas, es una estimación de la media de la densidad de las Coliformes presentes en la muestra.

La densidad del crecimiento, junto a otra información que provea la muestra es utilizada para estimar la calidad sanitaria de las aguas o la detección de peligros potenciales de vertidos al medio ambiente.

Hábitat del grupo Coliformes

No todos los Coliformes son de origen fecal, por lo que se hará necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos, a efectos de emplearlo como indicadores de contaminación. Se distinguen por lo tanto los Coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y aquellos de origen intestinal.

Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante debido a que permite asegurar con cierta certeza que la contaminación que presentan los alimentos es de origen fecal.

El grupo de microorganismos es adecuado como indicador de contaminación bacteriana ya que los Coliformes:

Son contaminantes comunes del tracto intestinal tanto de los hombres como de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos.

Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.

Se comportan de igual manera que los patógenos en la manera de desinfección.

Son ampliamente distribuidos en la naturaleza, especialmente en el suelo, semillas y vegetales.

3.7.2.1 Coliformes totales

Son bacterias de morfología bacilar, gran aerobias o anaerobias facultativa no formadores de endosporas, oxidasa negativa y que fermenta la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a 35 °C.

3.7.2.2 Coliformes fecales

Son bacterias Coliformes, aerobias o facultativas anaerobias, Gram negativas, no formadoras de esporas, forma bacilar y crece con lactosa y la fermentan a 44.5 °C ± 0.5 °C con la producción de ácido y gas en 48 horas de incubación.

Los miembros de este grupo se comportan como *E. coli* en relación con las reacciones bioquímicas y la morfología de las colonias. Se diferencian de otros grupos de microorganismos por la facultad que tienen de crecer en medios que

contienen sales biliares que actúan como agentes selectivos sólo frente a microorganismos no entéricos. Los Coliformes son habitantes comunes del tracto intestinal, su presencia en los alimentos puede indicar una contaminación fecal. Por ello, a los Coliformes se les considera microorganismos “indicadores”. Se debe tener presente, sin embargo, que los Coliformes que se encuentran en los alimentos pueden tener un origen fecal o no. Además, la presencia de números elevados de Coliformes en un alimento puede deberse al crecimiento de un pequeño inóculo de origen no fecal. En consecuencia, el recuento de Coliformes debe interpretarse con mucha cautela.

Hay tres niveles (fases) para el análisis de Coliformes en el agua

- **Prueba Presuntiva:** esta prueba estima el recuento presuntivo de Coliformes porque se enumeran también las colonias que son similares a las de Coliformes (por ejemplo, las que producen ácido o gas de la lactosa). Si un recuento presuntivo de Coliformes es bajo, el analista puede considerar que el producto es captable en relación con esta prueba y puede decidir no realizar análisis adicionales. En caso de elevados recuentos presuntivos de Coliformes, el fabricante de alimentos puede guiarse por los resultados y el analista optar para el segundo nivel analítico (es decir, el de confirmación).

- **Prueba Confirmativa:** esta prueba se realiza para confirmar el recuento obtenido en el test presuntivo. La confirmación se realiza cuando se someten a los Coliformes presuntivos a otras pruebas y los resultados son positivos. Por ejemplo, si la prueba presuntiva se basó en la detección del gas producido por las bacterias fermentadoras de lactosa, la prueba confirmatoria puede implicar la detección de la formación de ácido en condiciones más selectivas. La confirmación del recuento de Coliformes en un alimento puede llegar hasta el tercer nivel (es decir, una prueba concluyente).

3.7.3 *Escherichia coli*

- **Prueba concluyente:** cuando se llega a esta fase, es necesario analizar al menos el 10 % de los tubos que se confirmaron como positivos. La prueba concluyente se hace con diferentes intenciones. Puede estar destinada a comprobar si los Coliformes encontrados son, o no, de origen fecal o para comprobar que *E. coli* está representado entre los microorganismos del recuento confirmado de Coliformes.

Generalidades

Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de gram negativo, es anaeróbico facultativo, móvil por flagelos periticos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa, catalasa positiva y oxidasa negativa, produce de manera típica pruebas positivas la indol, produce hemólisis en agar sangre. El agar EMB se utiliza para el aislamiento de enterobacterias gram negativas. La presencia del azul de metileno inhibe a las bacterias gram positivas. Las colonias de *Escherichia coli* pueden exhibir un brillo verde metálico característico debido a la rápida fermentación de la lactosa. Reducen los nitratos a nitritos. El crecimiento a partir de pequeños inóculos (100 células por mililitro) se inicia a un intervalo de pH entre 4.4 y 8.8 a un rango biocinético de 9-44°C y en gradientes salinos de 0-6.5% fermenta gran variedad de azúcares, tales como la arabinosa, el manitol, la glucosa y la xilosa, produciendo una mezcla de ácidos, etanol, CO₂ e hidrógeno. No produce acetiltilcarbinoldiacetilo. A pesar de que la beta-galactosidasa se encuentra habitualmente presente, la lactosa solamente puede ser fermentada después de mucho tiempo. La descarboxilación y desaminación de aminoácidos se realiza de formas muy variables dependiendo de las cepas. Debido al escaso número

de reacciones positivas características, la diferenciación entre cepas recientemente aisladas de *E. coli* y cepas de los géneros *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Yersinia* y *Shigella*, puede precisar de otras reacciones, además de la fermentación de la lactosa, las pruebas IMVIC y la tinción de Gram.

Patogenia

La importancia de *E. coli* como patógeno humano ha sido reconocida prácticamente desde su descubrimiento y el organismo ha sido relacionado con la diarrea (especialmente en niños), con la colitis hemorrágica (HC), con la disentería, con infecciones de la vejiga urinaria y de los riñones, con la infección quirúrgica de las heridas, con la septicemia, con el síndrome urémico hemolítico (HUS), con la neumonía y con la meningitis; algunas de estas enfermedades acaban en muerte. Por lo general, cepas diferentes de *E. coli* están relacionadas con enfermedades clínicas diferentes. *E. coli* es habitualmente un representante inofensivo de la micro flora comensal normal de la porción distal (fina o terminal) del tracto intestinal de las personas y de los animales de sangre caliente que, en las personas, incluye a menos del 1% de esta población en cantidades que varían desde 10⁸ por gramo de heces. Aunque la mayor parte de las cepas de *E. coli* son patógenas, la especie contiene cepas que son capaces de causar varios tipos de enfermedades, algunos mortales, y se sabe que algunas de estas cepas son transmitidas por alimentos. Las infecciones de *E. coli* se transmiten por tres vías principales: directamente de los animales, que incluyen los animales de granja y los animales domésticos de compañía, mediante propagación persona a persona y por medio de alimentos contaminados. Existe el gran problema de contaminación de animales de granja hacia las personas que los manipulan por varias vías:

- Vía fecal – oral de los animales a las personas durante las operaciones de cría.

- Contaminación fecal de las cosechas de alimentos cuando se utiliza estiércol no tratado o tratado incorrectamente como abono.
- Contaminación fecal de los canales por prácticas poco higiénicas durante las operaciones de sacrificio y evisceración.
- Consumo de leche fresca contaminada fecalmente, de leche masática por ***E. coli*** o de productos fabricados con esta leche.

Tratamiento

El uso de antibióticos es poco eficaz y casi no se prescribe. Para la diarrea se sugiere el consumo de abundante líquido y evitar la deshidratación. Cuando una persona presenta diarrea no debe ir a trabajar o asistir a lugares públicos para evitar el contagio masivo. Sin embargo en algunas patologías como la pielonefritis hay que considerar el uso de alguna cefalosporina endovenosa.

3.7.4 *Pseudomona aeruginosa*

Generalidades

Está constituido por bastoncillos aerobios gramnegativo motiles, algunos de los cuales producen pigmentos solubles en agua. Las *Pseudomona* se encuentra distribuida con amplitud en el suelo, el agua, las plantas y los animales. ***Pseudomona aeruginosa*** se encuentra a menudo en números pequeños en la flora intestinal normal y en la piel del ser humano. Otras especies de ***Pseudomonas*** producen enfermedad con muy poca frecuencia.

La ***Pseudomona aeruginosa*** se encuentra distribuida con amplitud en la naturaleza, y es frecuente descubrirla en los ambientes húmedos de los hospitales. Pueden colonizar al ser humano normal, en el cual es un microorganismo saprófito. Produce enfermedad en la persona que tiene defensa anormal.

Morfología e identificación

- Microorganismo típico: ***Pseudomonas aeruginosa*** es motil y tiene forma de bastoncillo, mide aproximadamente 0.6 x 2 μm . Es una bacteria gramnegativo y se encuentra de manera aislada, en parejas y, ocasionalmente, en cadenas cortas.
- Cultivo: ***Pseudomonas aeruginosa*** es un aerobio obligado que crece con facilidad en muchos tipos de medios de cultivo, y produce en ocasiones un olor dulzón o de uvas. Algunas cepas hemolizan la sangre.
- ***Pseudomonas aeruginosa*** forma colonias redondas lisas con color verdoso fluorescente. Con frecuencia produce el pigmento azulado no fluorescente piocianina, que se difunde en agar. Otras especies de ***Pseudomonas aeruginosa*** no producen piocianina. Muchas cepas de ***Pseudomonas aeruginosa*** elaboran también el pigmento fluorescente pioviridina.
- Característica del crecimiento: ***Pseudomonas*** crece bien a una temperatura que oscila entre 37 a 42°C su crecimiento a 42°C ayuda a distinguirla de otra especie de ***Pseudomonas aeruginosa***.

Patogenia

La ***Pseudomonas aeruginosa*** es patógena solo cuando se introduce en zonas desprovistas de defensas normales.

La bacteria se fija a las mucosas o a la piel y las coloniza, las invade de manera local y produce enfermedad general.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

De Campo: Se utilizó una guía de observación de las zonas donde se encuentran cada uno de los pozos en estudio para conocer las condiciones en las que se encontraban.

Transversal: La evaluación se enfoca en un problema actual, realizándose la investigación en la época lluviosa.

Prospectivo: Porque los datos obtenidos en el desarrollo del estudio se utilizaran para tomar medidas de acción a futuro.

Experimental: Se realizaron análisis microbiológicos y fisicoquímicos con respecto a plomo, hierro y pH de acuerdo a los métodos establecidos por los Standard Methods for the Examination of Water and Waste water de la APHA ⁽⁵⁾

4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta se realizó visitando las siguientes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de las Ingenierías de la Universidad de El Salvador
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer. (USAM)
- Universidad Nueva San Salvador (UNSSA)
- Internet.

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO, UNIVERSO Y MUESTRA

UNIVERSO: El agua de los pozos, tanques y viviendas pertenecientes a las comunidades: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor del Municipio de Sesori, Departamento de San Miguel.

TOMA DE MUESTRA^(2,6)

Se llevó a cabo una toma de muestra aleatoria simple al azar en las viviendas que se encuentran en las comunidades de los cuatro proyectos en donde están ubicados cada uno de los pozos y tanques. El número de muestras se obtuvo utilizando la siguiente fórmula.

$$N = P \sqrt{\text{Universo}}$$

En donde:

N= Tamaño de muestra

Universo= Número total de viviendas de las cuatro comunidades en estudio.

Cuadro N°1

Numero de muestras a tomar de cada comunidad del

Proba
bilidad

p = Probabilidad de sucesos seleccionada (0.7) de acuerdo a consulta con los investigadores.

Sustituyendo en la formula los siguientes valores:

Universo = 617

Probabilidad= 0.7

Se tiene:

$$N = 0.7 \sqrt{617}$$

$N = 17.38 \approx 17$

En donde 17 es el número de viviendas a muestrear dividiendo entre los 4

Proyecto	Proyecto1 Comunidad San Nicolás	Proyecto 2 Colonia. Libertad	Proyecto 3 Comunidad Queseritas	Proyecto 4 Comunidad Leonor
Pozo de abastecimiento	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe
Tanque de captación	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe	1 Mx Micro 1 Mx Pb, pH y Fe
4 Viviendas al azar	4 Mx Micro 4 Mx Pb, pH y Fe	4 Mx Micro 4 Mx Pb, pH y Fe	4 Mx Micro 4 Mx Pb, pH y Fe	4 Mx Micro 4 Mx Pb, pH y Fe

proyectos queda un total de: $17/4 = 4.25$ viviendas por proyecto.

municipio de Sesorí, San Miguel.

Mx Micro: Muestra a tomar para análisis microbiológico (Recuento total, Coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Pseudomona aeruginosa*)

Mx Pb, pH y Fe: Muestra a tomar para análisis de Plomo, pH y Hierro.

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

4.4.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO ⁽¹⁾

4.4.1.1 Toma de muestras para análisis fisicoquímico

Indicaciones para toma de muestra:

- Las muestras se recolectaron utilizando frascos de plástico con tapa, de 1 L de capacidad.
- Enjuagar el frasco 3 veces con la muestra
- Introducir el frasco al fondo del pozo con ayuda de un cordel
- Proceder a la toma de muestra

- Si el pozo cuenta con bomba para extraer el agua tomar la muestra del grifo, que se ha dejado fluir durante 3 minutos
- Para el caso de pozo Colonia Libertad y Leonor se tomó la muestra directamente del pozo.

Procedimiento para toma de muestra.

- Llenar completamente el frasco y tapar.
- Identificar con etiqueta el frasco que contiene la muestra (ver en anexo N° 6)
- Almacenar la muestra en una hielera con hielo controlando la temperatura a 4°C para ser trasladada hasta el laboratorio
- Si no se realiza el análisis inmediatamente almacenar la muestra en refrigeración a 4°C.

4.4.1.2 Análisis de Hierro y Plomo por espectrofotometría de Absorción Atómica (1)

Procedimiento:

- Encender el equipo 20 min antes de analizar la muestra.
- Instalar la lámpara de cátodo hueco para el elemento a analizar y establecer el dial de longitud de onda.
- Alinear la lámpara para que pase el haz de luz y optimizar la energía.
- Optimizar la longitud de onda a 283.3 nm para la determinación de hierro luego a 248.3nm para la determinación de plomo.
- Ajustar la posición de la cabeza del quemador.
- Conectar y ajustar la velocidad del flujo del aire para obtener la máxima sensibilidad.

-Conectar y ajustar el flujo del acetileno y encender la llama (para estabilizar la llama unos cuantos minutos).

-Aspirar un blanco compuesto por agua des ionizada y llevar a cero el instrumento.

-Realizar una curva de calibración del elemento a analizar para Plomo de: (0.000, 0.025, 0,050 y 0.100) y para Hierro (0.000, 0.100, 0.500, 1.000)

-Aspirar el estándar respectivo y ajustar la velocidad de aspiración del nebulizador para obtener la sensibilidad máxima.

-Aspirar nuevamente un blanco y poner a cero el instrumento.

-Aspirar el estándar próximo al medio del intervalo lineal y registrar la absorbancia.

-Aspirar la muestra a analizar, realizar lectura por duplicado.

4.4.1.3 Determinación de pH

- **Característica del equipo:** medidor de pH marca HANNA provisto de potenciómetro, con un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un dispositivo para compensar la temperatura.

Método Potenciométrico.

Procedimiento

- Remover el electrodo de la solución de almacenamiento, lavar y secar con un paño suave.
- Calibrar el equipo con solución buffer pH 4, 7 y 10 a una temperatura de 25°C teniendo el cuidado de lavar y secar el electrodo.
- Colocar el electrodo en 100mL de cada una de las muestras.
- Registrar los valores de pH.
- Leer la muestra dos veces.

4.4.2 ANALISIS MICROBIOLOGICO (5)

Toma de muestra para análisis microbiológico

Indicaciones para la toma de muestra

- Las muestras se recolectaron utilizando frascos de plástico con capacidad de 250 mL previamente esterilizados.
- El frasco se protegió de la contaminación cubriéndolo adecuadamente con papel kraf, asegurándolo con cordel.
- Proceder a la toma de muestra
- Si el pozo cuenta con bomba para extraer el agua tomar la muestra del grifo, desinfectando con alcohol, y posteriormente flamear con mechero, dejando fluir el agua durante 3 minutos.
- Para el caso de pozo Colonia Libertad y Leonor se tomó la muestra directamente del pozo.

Procedimiento de toma de muestra:

- Llenar hasta el comienzo del hombro del frasco, permitiendo así una cámara de aire para facilitar la homogenización.
- Identificar con etiqueta el frasco que contiene la muestra (ver en anexo N°6)
- Almacenar la muestra en un contenedor controlando la temperatura a 4°C para ser trasladada hasta el laboratorio
- Si no se realiza el análisis inmediatamente almacenar la muestra en refrigeración a 4°C.
- Si no se realiza el análisis inmediatamente almacenar la muestra en refrigeración a 4°C.

Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Microbiológico de Aguas del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador en una hielera con hielo, para realizar las determinaciones

respectivas siguiendo el procedimiento del Standard Methods de la APHA. Se consideraron los siguientes parámetros: Bacterias Mesófilas aerobias, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y Bacteria patógena (*Pseudomona aeruginosa*).

4.4.2.1 Método del recuento de bacterias mesófilas aerobias

Realizar el análisis para cada dilución, de la siguiente manera:

- Distribuir sobre la mesa de trabajo 2 placas Petri estériles correctamente rotuladas una con 1 mL y otra con 0.1 mL, indicar el medio de cultivo, fecha, número de muestra y el código de la muestra.
- Medir con pipeta 1.0 mL y 0.1 mL de muestra y adicionar en placas Petri, previamente identificadas.
- Añadir a cada placa Petri 15 a 20 mL del medio de cultivo fundido Agar Plate Count a 45°C
- Homogenizar las placas por medio de la técnica de ocho sobre una superficie lisa y horizontal y luego dejar solidificar.
- Incubar las placas en posición invertida por un período de 48 horas a 37°C ± 2°C.
- Realizar recuento de colonias. (Ver anexo 4)

4.4.2.2 Método de Identificación de Bacterias Coliformes Totales

- Tomar un set de quince tubos, conteniendo caldo Rapid Hi Coliform para cada muestra (ver anexo 4)

- Pipetear y transferir a cada uno de los 5 tubos de doble concentración 10 mL de la muestra evitando el contacto de la pipeta con la boca o las paredes del tubo
- Pipetear y transferir a cada uno de los 5 tubos de concentración simple 1.0 mL de la muestra evitando el contacto de la pipeta con la boca o las paredes del tubo, y repetir el procedimiento con 0.1 mL de muestra para los otros 5 tubos.
- Homogenizar los tubos e incubar a 35°C por 24 a 48 horas.
- Observar la coloración verde azulada que indica la presencia de Coliformes totales.
- Comparar el número de tubos positivos con el cuadro 14 para obtener el valor de NMP correspondiente a cada muestra.

4.4.2.3 Método de Identificación de Bacterias Coliformes Fecales

- A partir de cada uno de los tubos positivos de Coliformes totales, transferir tres asadas a un tubo (uno por cada tubo positivo) que contienen caldo EC con campana de Durham.
- Incubar en baño maría con flujo y temperatura constante a $44.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas.
- Luego de la incubación observar la formación de gas atrapado en la campana de Durham y Turbidez color amarillo indica la presencia de Coliformes fecales

4.4.2.4 Método de Identificación de Escherichia coli

- De los tubos para Coliformes totales que dieron positivos colocar bajo una Lámpara de luz Ultravioleta.
- La fluorescencia indica la presencia de *Escherichia coli*.

- De los tubos de la determinación de ***Escherichia coli***, que dieron positivo agregar 3 gotas del reactivo de Kovac
- Se observa la formación de un anillo color violeta, indica presencia de ***Escherichia coli***
- Realizar transferencia a placa con agar EMB e incubar por 24 horas a 35° C
- El crecimiento de colonias con brillo metálico confirman la presencia de ***Escherichia coli***.

4.4.2.5 Método Identificación de Bacteria Patógena (***Pseudomona aeruginosa***)

- De los tubos de Coliformes totales que dieron positivo, seleccionar 1 tubo positivo por cada muestra.
- Tomar una asada y estriar cuidadosamente en placas Petri conteniendo agar Cetrimide previamente identificada con la fecha, número de muestra, posteriormente incubar durante 24 horas a 35°C.
- La presencia de colonias color verde con olor característico indica presencia de ***Pseudomona aeruginosa***.
- Exponer la placa a Lámpara de luz Ultravioleta. La fluorescencia indica la presencia de ***Pseudomona aeruginosa***.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la guía observación de las condiciones higiénico sanitarias realizada en cada uno de los pozos pertenecientes a las comunidades: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor del municipio de Sesori; y la evaluación microbiológicas y determinación de Hierro, Plomo y pH realizadas al agua de pozo, tanque y al agua de consumo de las viviendas seleccionadas en las comunidades antes mencionadas, y la comparación de los resultados con los límites permisibles establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria para agua y agua potable NSO 13.07.01.08.

Las muestras se recolectaron de 4 pozos incluyendo su respectivo tanque y cuatro viviendas por cada una de las comunidades, dando como resultado un total de 24 muestras para análisis microbiológico y 24 para análisis

fisicoquímico: plomo, hierro y pH. Haciendo un total de 48 muestras en la época lluviosa.

Resultados de la guía de observaciones de las condiciones higiénicas sanitarias de los pozos en las comunidades en estudio.



LUGARES Y PUNTOS DE INSPECCIÓN: Pozo San Nicolás, Pozo Colonia Libertad, Pozo Queseritas y Pozo Leonor.

FECHAS/HORA DE MUESTREO:

- Pozo San Nicolás 8:00 am 02/09/13
- Pozo Colonia Libertad 10:00 am 02/09/13
- Pozo Queseritas 8:15 am 09/09/13
- Pozo Leonor 10:20 am 09/09/13

Parámetros	San Nicolás		Colonia libertad		Queseritas		Leonor	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
INTERIOR.								
¿El pozo se encuentra recubierto?	X			X	X		X	
¿Le dan algún tipo de tratamiento?		X	X		X		X	
¿El pozo es perforado?(mayor de 50 metros)	X			X	X			X
¿El pozo es excavado? (menor a 10 metros)		X	X		X		X	
¿El agua posee partículas o color no característico?		X	X		X			X

Cuadro N° 2 (Continuación)

Parámetros	San Nicolás		Colonia libertad		Queseritas		Leonor	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
EXTERIOR								

Cuadro N°2 Condiciones higiénico sanitarias del lugar de muestreo.
(Tomando como referencia una distancia mínima aproximadamente a 30m. alrededor del pozo)

¿El pozo posee bomba eléctrica?	X		Gravedad		X		X	
¿El pozo posee bomba de gasolina?		X		X		X		X
¿Mantiene el pozo destapado?		X	X			X		X
¿El agua se extrae con balde?		X		X		X		X
¿Posee tapadera de madera?		X		X		X		X
¿Presencia de basurales?		X		X		X		X
¿Presencia de animales?	X			X	X		X	
¿Aguas residuales y encharcamientos?	X			X		X		X
¿Letrina/fosa séptica?	X			X	X			X

¿Presencia de cultivos en los alrededores de pozo?	X			X	X		X	
Cumple las condiciones higiénico sanitarias		X		X		X		X

¿Qué tipo de cultivos se encuentran a los alrededores del pozo?

Pozo San Nicolás: se encuentran cultivos de pastizales para ganadería

Pozo Colonia Libertad: protegido 200 m²

Pozo Queseritas: se encuentran cultivos de pastizales para ganadería

Pozo Leonor se encuentran cultivos de maíz y pastizales

¿Qué tipo de herbicidas o pesticidas utilizan?

En la mayoría de los cultivos para eliminar la maleza indeseada utilizan:

Amina: (Acido 2,4-diclorofenoxiacético)

Bullgrass; (N-fenil-2-fenoxi-3-piradina carboxamida)

Gramoxone; (1,1-difenil-4,4-dipiridilio)

En los resultados obtenidos de la guía de observación realizada en los 4 pozos que se encuentran en las comunidades en estudio.

Para el pozo de Comunidad San Nicolás se observó una adecuada cobertura de tubo galvanizado el cual se encuentra fijado en una plataforma de concreto, dicho tubo protege al pozo desde su interior hasta su parte externa, tiene una profundidad de 150 metros aproximadamente, sin embargo este pozo no posee algún tipo de tratamiento de limpieza, por lo que el agua de distribución tiene un sistema de tratamiento por cloración instalado en el tanque de captación. En sus alrededores se puede observar la presencia de encharcamiento a unos pocos metros así como una letrina sanitaria y ganado en sus alrededores.

El pozo de Comunidad Queseritas se encuentra recubierto desde su interior y su parte externa por un tubo galvanizado, ya que esta se extrae por bombeo eléctrico debido a la profundidad que este posee, el agua se encuentra a

profundidades mayores de nueve metros, sin embargo debido a la numerosa cantidad de habitantes que este pozo abastece esta perforado a una profundidad de 130 metros, este pozo posee tratamiento de lavado anual. En sus alrededores se puede observar pastizales de ganadería, una quebrada a unos 6 metros y una letrina a 25 metros del pozo.

El pozo de Colonia Libertad es excavado y está diseñado para captar el agua de la quebrada Santa Rosa de la misma comunidad, por lo cual tiene una entrada de agua directa desde la quebrada; esto permite una mayor probabilidad de contaminación ya que el agua tiene un recorrido de unos dos kilómetros aproximadamente a nivel superficial sobre terrenos muy rocosos, posteriormente es captada y haciendo uso de la gravedad es transportada por tuberías hasta el tanque de cloración del cual se distribuye para la comunidad, y por no tener ningún tipo de filtración permite que el agua llega a las viviendas con partículas y color no característico. También se puede observar el deterioro en las tuberías de distribución ya que tienen más de 17 años de vida útil.

El pozo de la Comunidad Leonor está ubicado a las orillas de la quebrada La Leonor, de la misma comunidad la cual tiene un recorrido de unos 3 kilómetros sobre terrenos fértiles de abundancia de frutas, este pozo es excavado sobre un talpetate de unos tres metro de profundidad, protegido por unas paredes de cemento y el talpetate mismo, y en la parte superior posee una plataforma de cemento de unos 20 centímetros de espesor que posee una abertura de un metro cuadrado cubierto con una tapa de lámina para facilitar el mantenimiento de lavado, el cual se realiza cada mes o al ensuciarse, ya que este pozo recibe agua que se filtra a través de unas aberturas que la estructura tiene debido al notable deterioro que este tiene. El agua de este pozo es almacenada en un tanque metálico por lo cual no mantienen ningún sistema de purificación del agua, por lo que esta agua esta con mayor probabilidad de encontrarse contaminada.

Cuadro N° 3 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad San Nicolás

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPS*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	10 UFC/mL	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	14 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	6.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	Cumple	Cumple	-----
Parámetros	2°CPS*	3°CPS *	6°CPS*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	Cumple	Cumple	Cumple	-----

*CPS: Casa Proyecto San Nicolás

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 4 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Colonia Libertad.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPC*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	320 UFC/mL**	15 UFC/mL	10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	>1600 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	27 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	27 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	Cumple	Cumple	-----
Parámetros	2°CPC*	3°CPC*	6°CPC*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	8 UFC/mL	18 UFC/mL**	28 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	Cumple	Cumple	Cumple	-----

*CPC: Casa Proyecto Colonia Libertad

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 5 Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 DE Agua y Agua potable para las muestras recolectadas En Las comunidades San Nicolás y La Libertad.

San Nicolás	POZO	TANQUE	1°CPS	2° CPS	3°CPS	4°CPS	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.30 mg/L					
Plomo	0.0164 mg/L (rechazable)	0.0186 mg/L (rechazable)	0.0182 mg/L (rechazable)	0.0176 mg/L (rechazable)	0.0178 mg/L (rechazable)	0.0180 mg/L (rechazable)	0.01mg/L
PH	7.05	7.4	7.45	7.43	7.4	7.46	8.5 ¹⁾
La Libertad	POZO	TANQUE	1° CPC	2° CPC	3° CPC	4° CPC	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	1.00 mg/L (rechazable)	1.260 mg/L (rechazable)	1.230mg/L (rechazable)	1.260 mg/L (rechazable)	1.280 mg/L (rechazable)	1.23 mg/L (rechazable)	0.30 mg/L
Plomo	0.0061 mg/L	0.0074 mg/L	0.0083 mg/L	0.0078mg/L	0.0062 mg/L	0.0075 mg/L	0.01mg/L
PH	6.8	7.35	7.33	7.4	7.44	7.37	8.5 ¹⁾

¹⁾ Límite Mínimo Permisible 6.0 Unidades

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de agua recolectadas en la comunidad San Nicolás y colonia Libertad las cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano ya que posee niveles de contaminación microbianos

En el Cuadro N° 5 se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (plomo, hierro y pH) en las comunidades San Nicolás y colonia Libertad en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel, los cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano por poseer niveles de plomo y hierro fuera de los límites propuestos por la NSO 13.07.01:08 esto puede deberse a que las tuberías son de tubos galvanizados y pueden que se haya utilizado soldadura de plomo.

Por otro lado los niveles altos de Hierro en la colonia Libertad pudieron haberse taladrado rocas ferrosas en la perforación del pozo ya que posee una profundidad de 150 metros el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por la NSO 13.07.01:08

Cuadro N° 6 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Queseritas.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPQ*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	84 UFC/mL	64 UFC/mL	180 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	7.8 NMP/100 mL**	7.8 NMP/100 mL**	110 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	6.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----
Parámetros	2°CPQ*	3°CPQ *	6°CPQ*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	98 UFC/mL	168 UFC/mL**	128 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	70 NMP/100 mL**	23 NMP/100 mL**	33 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	4.5 NMP/100 mL**	4.5 NMP/100 mL**	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria.

Cuadro N° 7 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Leonor.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPLN*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	189 UFC/mL**	59 UFC/mL	520 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	240 NMP/100 mL**	79 NMP/100 MI**	110 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	22 NMP/100 mL**	17 NMP/100 mL**	11 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	13 NMP/100 mL**	17 NMP/100 mL**	7.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Presencia**	Presencia	Presencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----
Parámetros	2°CPLN*	3°CPLN*	6°CPLN*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	69 UFC/mL	96 UFC/mL**	168 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	130 NMP/100 mL	110 NMP/100 mL	33 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	22 NMP/100 mL	14 NMP/100 mL	4.5 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	13 NMP/100 mL	11 NMP/100 mL	4.5 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Presencia	Presencia	Presencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----

*CPLN: Casa Proyecto Leonor

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 8 Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en las Comunidades Queserita y Leonor.

Queseritas	POZO	TANQUE	1°CPQ	2° CPQ	3°CPQ	4°CPQ	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.30 mg/L
Plomo	0.0110 mg/L	0.0085 mg/L	0.0037 mg/L	0.0089 mg/L	0.0149 mg/L	0.0075 mg/L	0.01mg/L
PH	6.96	7.12	7.10	7.15	7.05	7.10	8.5 ¹⁾
Leonor	POZO 2	TANQUE 2	1° CPL	2° CPL	3° CPL	4° CPL	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.30 mg/L
Plomo	0.0022 mg/L	0.0064 mg/L	0.0098 mg/L	0.0072 mg/L	0.0058 mg/L	0.0054mg/L	0.01mg/L
PH	7.05	7.10	6.97	7.05	6.95	7.00	8.5 ¹⁾

¹⁾ Límite Mínimo Permisible 6.0 Unidades

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 6 y 7 se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de agua recolectadas en la comunidad Queseritas y Leonor la cual se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano ya que posee niveles altos de contaminación microbiana, esto puede deberse a diversos factores: en gran medida al tratamiento de cloración, ya que el proyecto de Leonor no tiene tratamiento de cloración y el proyecto de Queseritas utiliza poca cantidad de cloro para el tratamiento de este proyecto por lo cual favorece la formación de películas bacterianas y crearse así reservorios de bacterias dentro de las tuberías y en sus roscas de añadiduras.

En el Cuadro N° 8 se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (plomo, hierro y pH) en las comunidades Queserita y Leonor en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel, los cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano por poseer niveles de plomo y hierro fuera de los límites propuestos por la NSO 13.07.01:08 esto puede deberse a que las tuberías son de tubos galvanizados y pueden que se haya utilizado soldadura de plomo, por el contrario el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por la NSO 13.07.01

Cuadro N° 9 Porcentaje de proyectos que no cumplen con la

especificación microbiológicas y fisicoquímicas para plomo, hierro y pH de la norma salvadoreña (NSO 13.07.01:08)

Proyectos monitoreados	Porcentajes
Proyectos que no cumplen	100.0%
Proyectos que cumplen	0.0%



Figura N° 5 Grafica de los proyectos que no cumplen con la clasificación de la norma salvadoreña (NSO 13.07.01:08)

Cuadro N° 10 Lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación del Hierro de las muestras recolectadas en comunidades San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor (Ver anexo 10)

Muestras	Concentración	Absorbancias
Blanco	0	0
Standard 1	0.1	0.0034
Standard 2	0.5	0.017
Standard 3	1	0.035
M1	1	0.036
M2	1.26	0.044
M3	1.23	0.043
M4	0.036	0.001
M5	1.28	0.045
M6	1.23	0.043
M7	0.036	0.001
M8	0.036	0.001
M9	0.036	0.001
M10	0.036	0.001
M11	0.036	0.001
M12	0.036	0.001
M13	0.036	0.001
M14	0.036	0.001
M15	0.036	0.001
M16	0.036	0.001
M17	0.036	0.001
M18	0.036	0.001
M19	0.036	0.001
M20	0.036	0.001
M21	0.036	0.001
M22	0.036	0.001
M23	0.036	0.001
M24	0.036	0.001

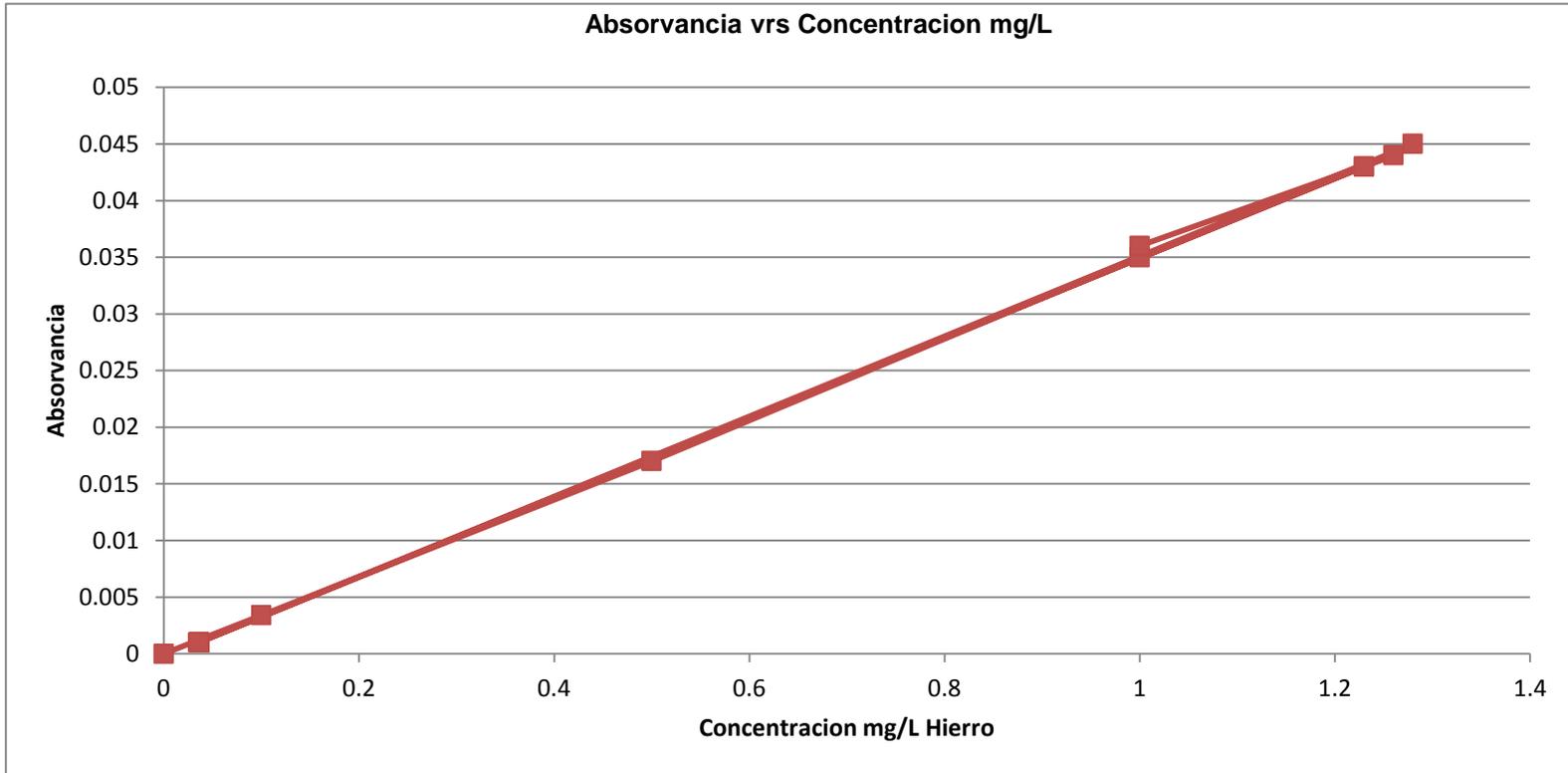


Figura N° 5 Grafica de lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación del Hierro de las comunidades La Libertad, San Nicolás, Queseritas y Leonor.
Figura N° 6 Grafica de lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación de Hierro en agua de las comunidades: Colonia Libertad, San Nicolás, Queseritas y Leonor.

Cuadro N° 11 Lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación de Plomo de las muestras recolectada en comunidades San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor (Ver anexo 10)

Muestras	Concentración mg/L	Absorbancias
Blanco	0	0
Standard 1	0.025	0.121
Standard 2	0.050	0.230
Standard 3	0.1	0.484
M1	0.0164	0.079
M2	0.0186	0.09
M3	0.0182	0.088
M4	0.0176	0.085
M5	0.0178	0.086
M6	0.018	0.087
M7	0.0061	0.03
M8	0.0074	0.036
M9	0.0083	0.04
M10	0.0078	0.038
M11	0.0062	0.03
M12	0.0075	0.036
M13	0.011	0.05
M14	0.0085	0.038
M15	0.0037	0.017
M16	0.0089	0.04
M17	0.0149	0.068
M18	0.0075	0.034
M19	0.0022	0.01
M20	0.0064	0.029
M21	0.0098	0.044
M22	0.0072	0.033
M23	0.0058	0.026
M24	0.0054	0.024

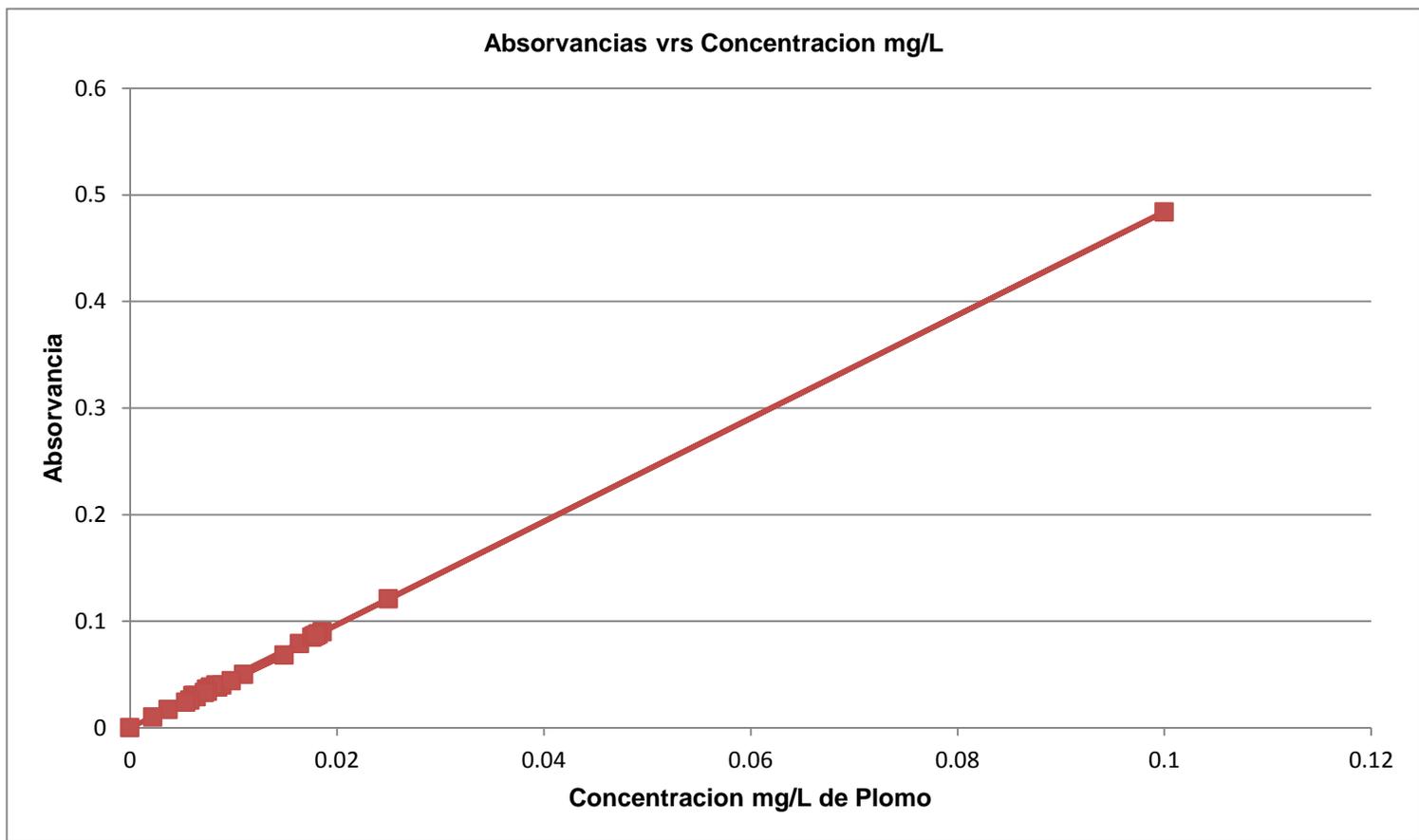


Figura N° 7 Grafica de lecturas realizadas por el equipo de Absorción Atómica para determinación de Plomo en agua de las comunidades: Colonia Libertad, San Nicolás, Queseritas y Leonor.

Informe de resultados a la Alcaldía municipal de Sesorí, Departamento de San Miguel.

Se entregará un informe de los resultados obtenidos en los análisis Microbiológicos, Plomo, Hierro y pH al Señor Alcalde Municipal de Sesorí, para que en conjunto con la unidad de Salud y miembros de las Juntas de Agua tomen acciones correctivas y preventivas en las aguas de consumo humano en las comunidades: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor del municipio de Sesorí, Departamento de San Miguel. (Ver anexo N° 9)

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la guía de observación aplicada todos los pozos monitoreados no poseen las condiciones higiénicas sanitarias adecuadas.
2. El 50 % de los pozos muestreados, son excavados y por tanto las vertientes que los alimentan son cercanas a la superficie y son las que se encuentran en contacto con los lixiviados, favoreciéndose la contaminación bacteriana para el caso de los pozos de Colonia Libertá y Leonor.
3. El agua de los tanques monitoreados de las comunidades Queseritas y Leonor se obtuvieron los análisis microbiológicos no conformes ya que presentaron contaminación de bacterias mesófilas aerobias, Coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Pseudomona aeruginosa*
4. El agua de abastecimiento analizadas microbiológicamente de las comunidades en estudio resultaron no ser apta para consumo humano ya que estos presentan diferentes tipos de contaminación microbiana y patógena, que sobrepasan los niveles permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de agua y agua potable,
5. Para el agua de comunidad San Nicolás y comunidad Queseritas presenta altos niveles de contaminación con plomo, mientras que para comunidad Colonia Libertad presenta contaminación de Hierro.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES.

1. Que los miembros de las Juntas de Agua y los pobladores de las comunidades Colonia Libertad y Leonor soliciten a la alcaldía municipal de Sesori la creación de un recubrimiento para que los pozos tengan un recubrimiento adecuado y así evitar el ingreso de invasores no deseados a los pozos y disminuir la contaminación general de estos.
2. Que la Alcaldía Municipal de Sesori en conjunto con las Juntas de Agua y los inspectores de sanidad realicen un convenio con las cuatro comunidades: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor para realizar limpieza adecuada a los pozos y tanques.
3. Que Las cuatro comunidades en conjunto con el promotor de salud apliquen mayor inspección de saneamiento a los pozos y tanques de abastecimiento así como proporcionar charla informativa sobre cómo tratar el agua, o aplicar tratamiento de cloración al agua para eliminar las bacterias presentes en el agua.
4. Que la Alcaldía municipal y las Juntas de Aguas soliciten al Ministerio de Salud Pública, realizar un monitoreo a las aguas de la zona, analizando metales pesados por el método de absorción Atómica durante la época seca para comparar los resultados con los análisis realizados en este trabajo y determinar si el problema está en el manto acuífero o es debido a las filtraciones por la época lluviosa.

BIBLIOGRAFIA

1. APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Pollution Central Federation). 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17ed. Madrid España. Editorial Días de Santos, S.A. pág. 2-2 - 2-58, 3-13, 4-106, 9-34..9-87 - 9-92
2. Bonilla, G. Estadística II Métodos prácticos de interferencia estadística. San Salvador, El Salvador 3a Edición, UCA Editores. 1995.
3. Cochram W.G. Técnicas de muestreo. México, Editorial Continental S.A de C.V 1980.
4. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 22209 USA, PAG.3-17, 3-13.
5. Hernández López B. D, Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de agua de pozos del barrio San Sebastián, Municipio de Jocoro, Departamento de Morazán. Editado en Junio de 2012.
6. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) Norma Salvadoreña, Agua potable (segunda actualización) NSO13.07.01:08. San Salvador, El Salvador. 2008.
7. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Prevención de la contaminación y mantenimiento de equipos [dase de datos en internet].

[acceso 06 de junio d 2013]. Disponible en:
<http://200.10.250.206/bvsapi/fulltext/perforacion/cap5.pdf>

8. Ramírez Laínez K. S, Fuentes Trejo W. M, Evaluación de la calidad microbiológica del agua de pozos de la colonia la Carmenza, Municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel. Editado en Septiembre, 2012.
9. Moreno Graw M. D, Toxicología Ambiental, Evaluación de Riesgos para la Salud Humana, M^a, GRAW – HILL/ interamerica de España, S.A.U pag.198-227.
10. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>. Capítulo 3
11. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm109656.htm>. Capítulo 4
12. <http://www.lenntech.es/agua-subterranea/hierro.htm>-(consultada 26/02/13)
13. <http://es.scribd.com/doc/3955123/Metodos-Oficiales-de-Analisis-Aguas> (consultada 27/03/13).
14. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B/0310B_DS07.pdf (consultada 25/02/13)
15. [http://www.fisd.l.gob.sv/definición de/agua/](http://www.fisd.l.gob.sv/definición_de/agua/) Definición de agua (Consultado 27de febrero de 2013).

16. <http://definicion.de/definicion-de-pozo/> Definición de pozo (consultado 28 de febrero de 2013).
17. <http://www.fisd.l.gob.sv/servicios/en-linea/ciudadano/conoce-tu-municipio/san-miguel/852-804>. (consultado 27/05/13)
18. http://www.unsa.edu.ar/introgeo/download/apollobiblio/powerpoint/aguas_superficiales_aguas_subterraneas. (consultado 27/05/13)

GLOSARIO^(7,8,9,11)

- Anaerobio:

Que tiene la capacidad de vivir o metabolizar en ausencia de oxígeno.

- Anaerobio facultativo:

Que suele vivir en presencia de oxígeno, pero puede sobrevivir en ausencia de él.

- Colonias:

Grupos discretos de microorganismo sobre una superficie, en oposición al crecimiento disperso en un medio de cultivo líquido.

- Límite Máximo Permisible (LMP):

Es la concentración del parámetro por encima del cual el agua no es potable

- Número Más Probable (NMP):

Este número da un valor estimado de la densidad de bacterias coliformes en una muestra de agua

- Parámetro:

Es aquella característica que es sometida a medición

- Unidad Formadoras de Colonias (UFC):

Expresa el número de colonias originadas a partir de una célula, pares, cadenas o agrupaciones de células.

- Toponímico: Disciplina que estudia la etiología de los nombres propios de un lugar.

-Brocal, pretil o parapeto: Estructura externa sólida que sirve de recubrimiento en un pozo.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CARTA DE LA ALCALDÍA



Figura N° 8 Carta de la Alcaldía

ANEXOS N° 2
MAPAS DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE SESORI

Mapa del departamento de San Miguel, El Salvador



Figura N° 9 Ubicación de Sesorí en el Departamento de San Miguel

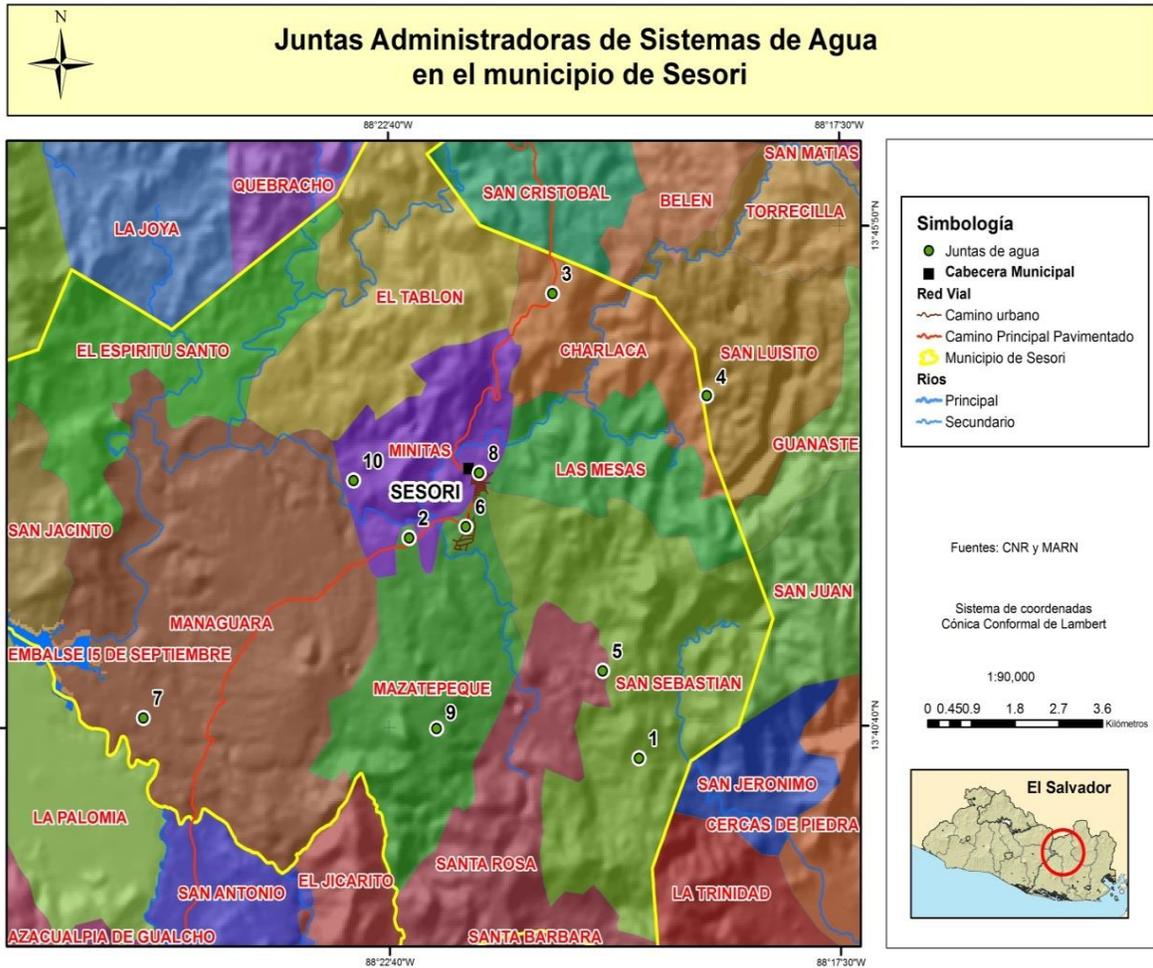


Figura N° 10 Ubicación de Juntas Administradoras de Agua.

MAPA DEL MUNICIPIO DE SESORI

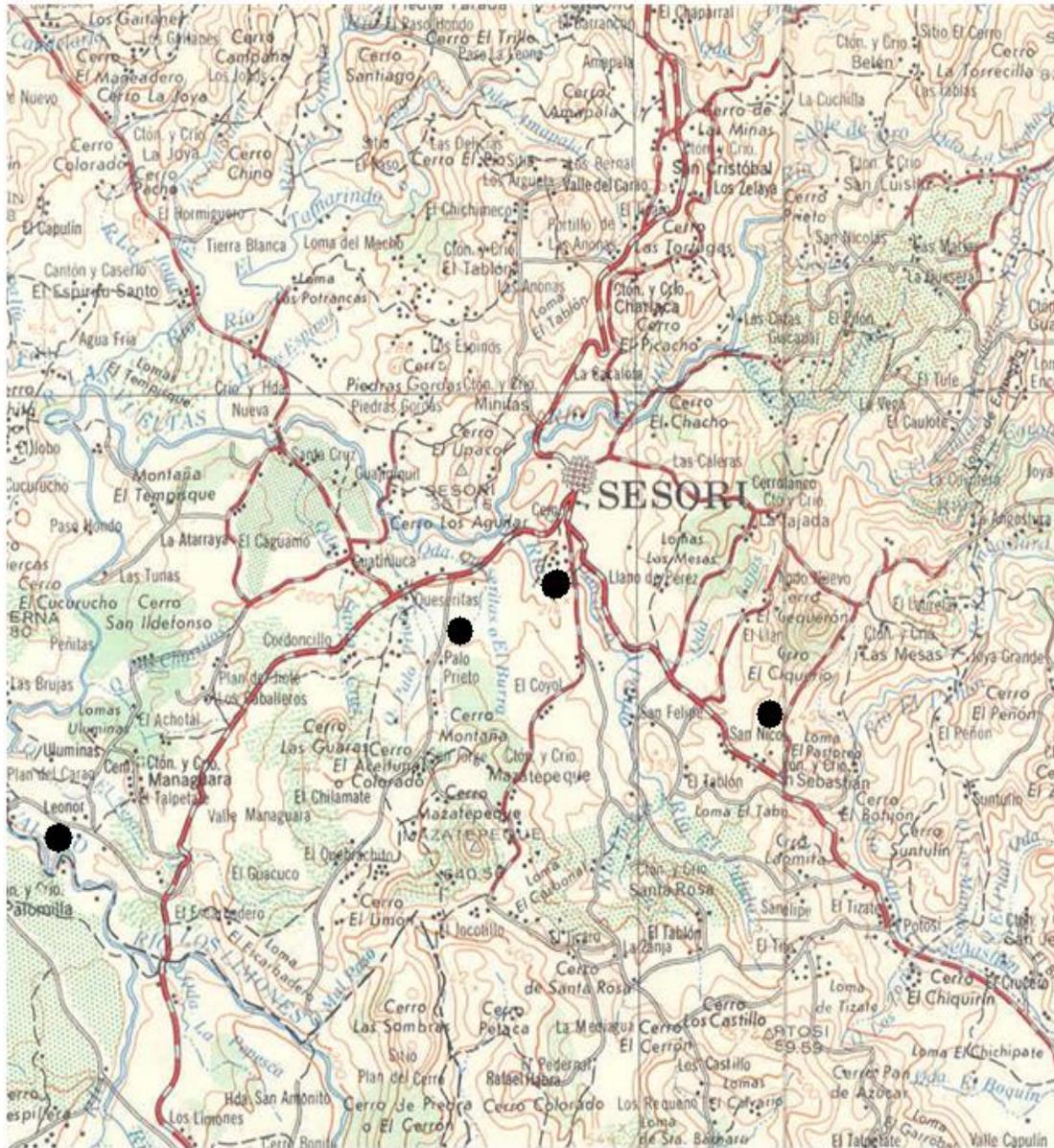


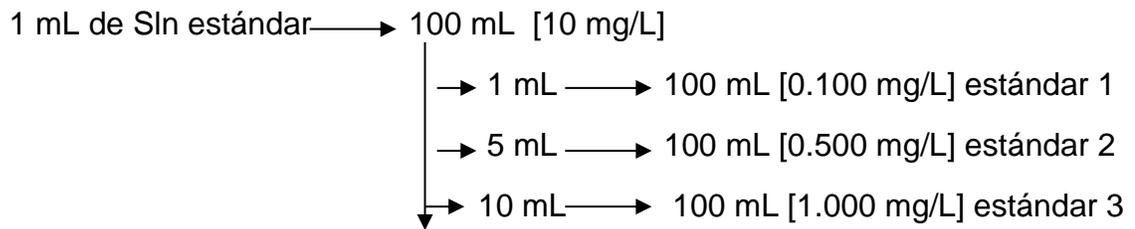
Figura N°: 11 Ubicación de los pozos de abastecimiento estudiados

ANEXO N° 3

PREPARACION DE ESTANDARES Y CASCADAS DE DILUCION

A partir de un estándar de concentración 1000 mg/mL; se procedió de la siguiente manera.

[1000 mg/mL]

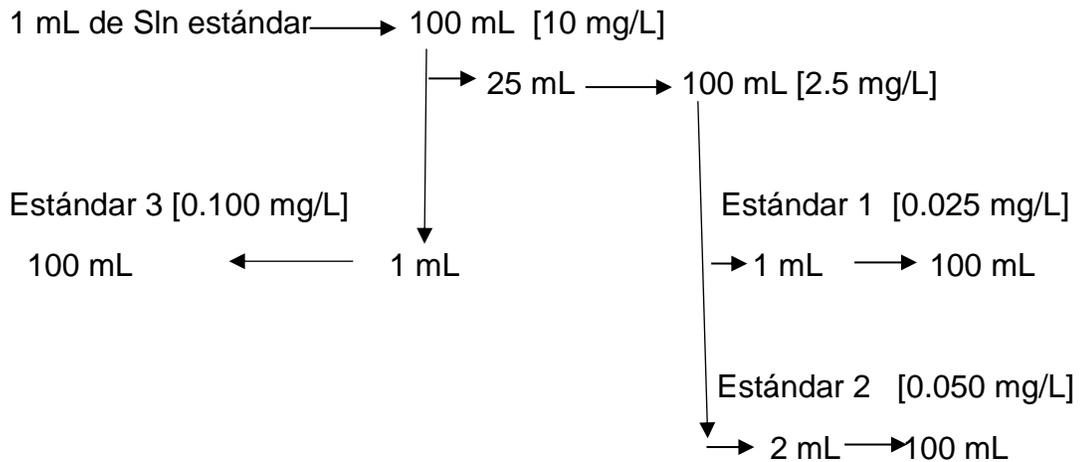


Estándar blanco [0.000]

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE PLOMO (4)

A partir de un estándar de concentración 1000 mg/L; se procedió de la siguiente manera.

[1000 mg/mL]



Estándar blanco [0.000]

ANEXO N° 4

**DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS DE LOS ANALISIS
MICROBIOLÓGICOS.**

Procedimiento de la identificación de Coliformes Totales

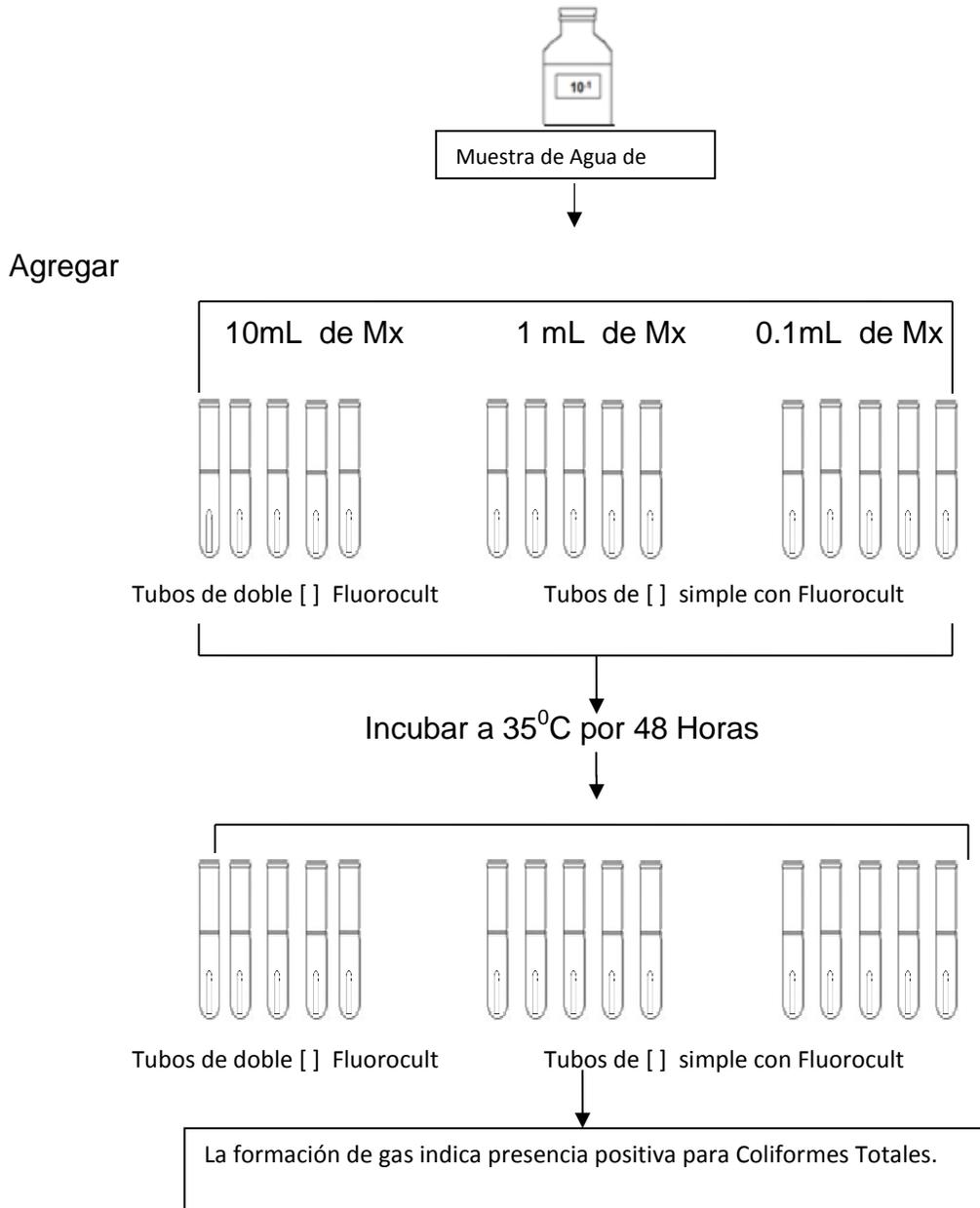


Figura N° 12 Identificación de Coliformes Totales

Procedimiento de la identificación de Coliformes Fecales.

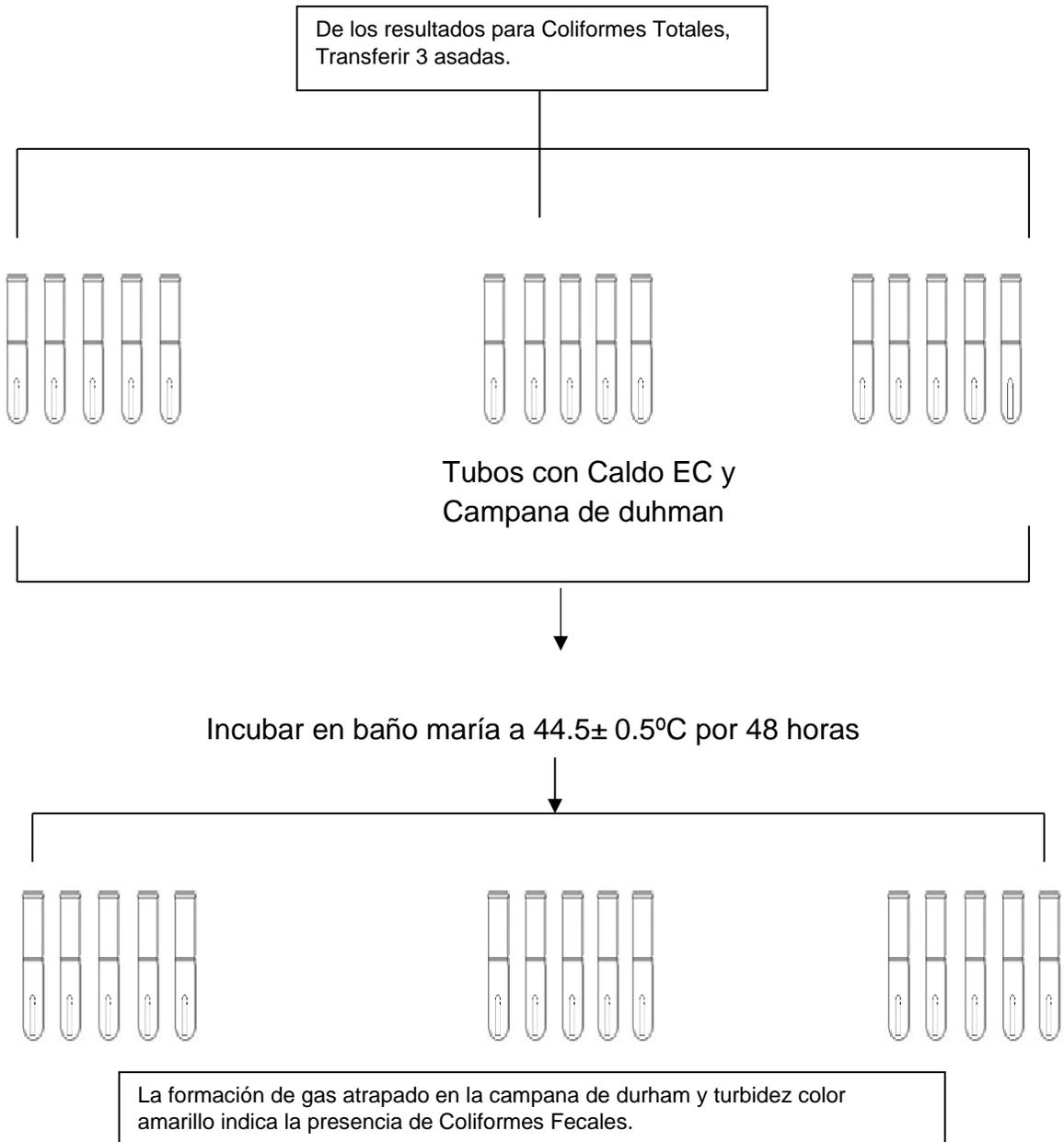


Figura N° 13 Identificación de Coliformes Fecales

Determinación de *Pseudomona aeruginosa*

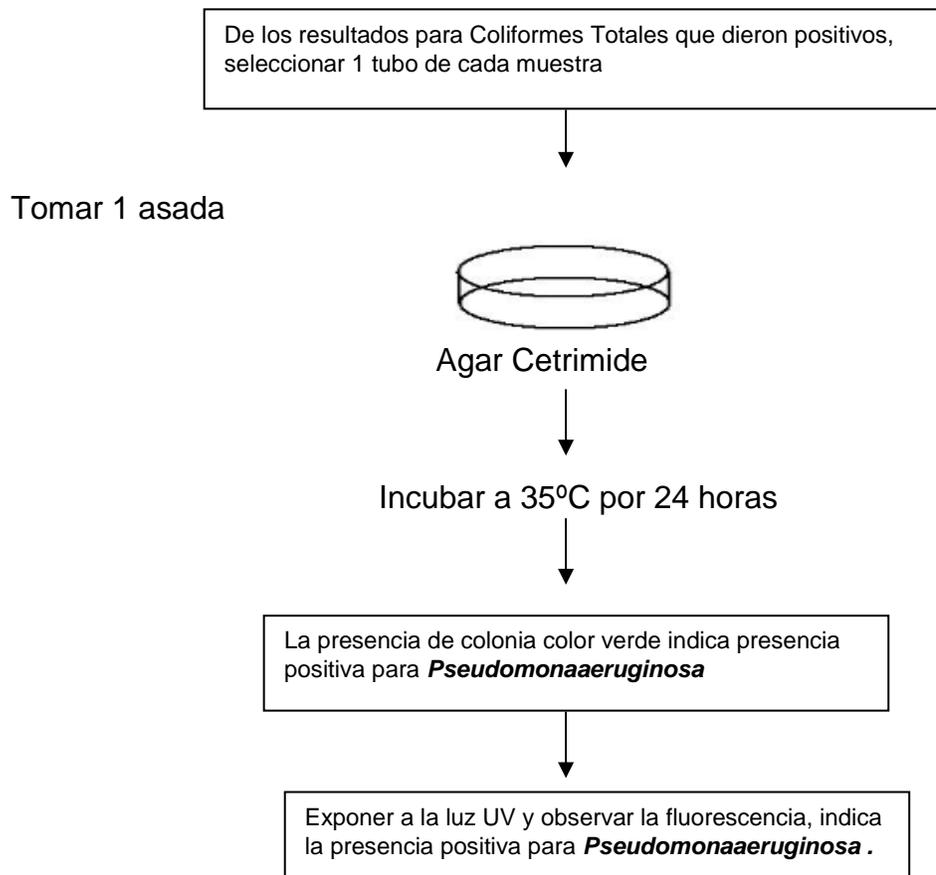


Figura N° 14 Identificación de *Pseudomona aeruginosa*

Procedimiento del recuento de Bacterias Mesófilas Aerobias

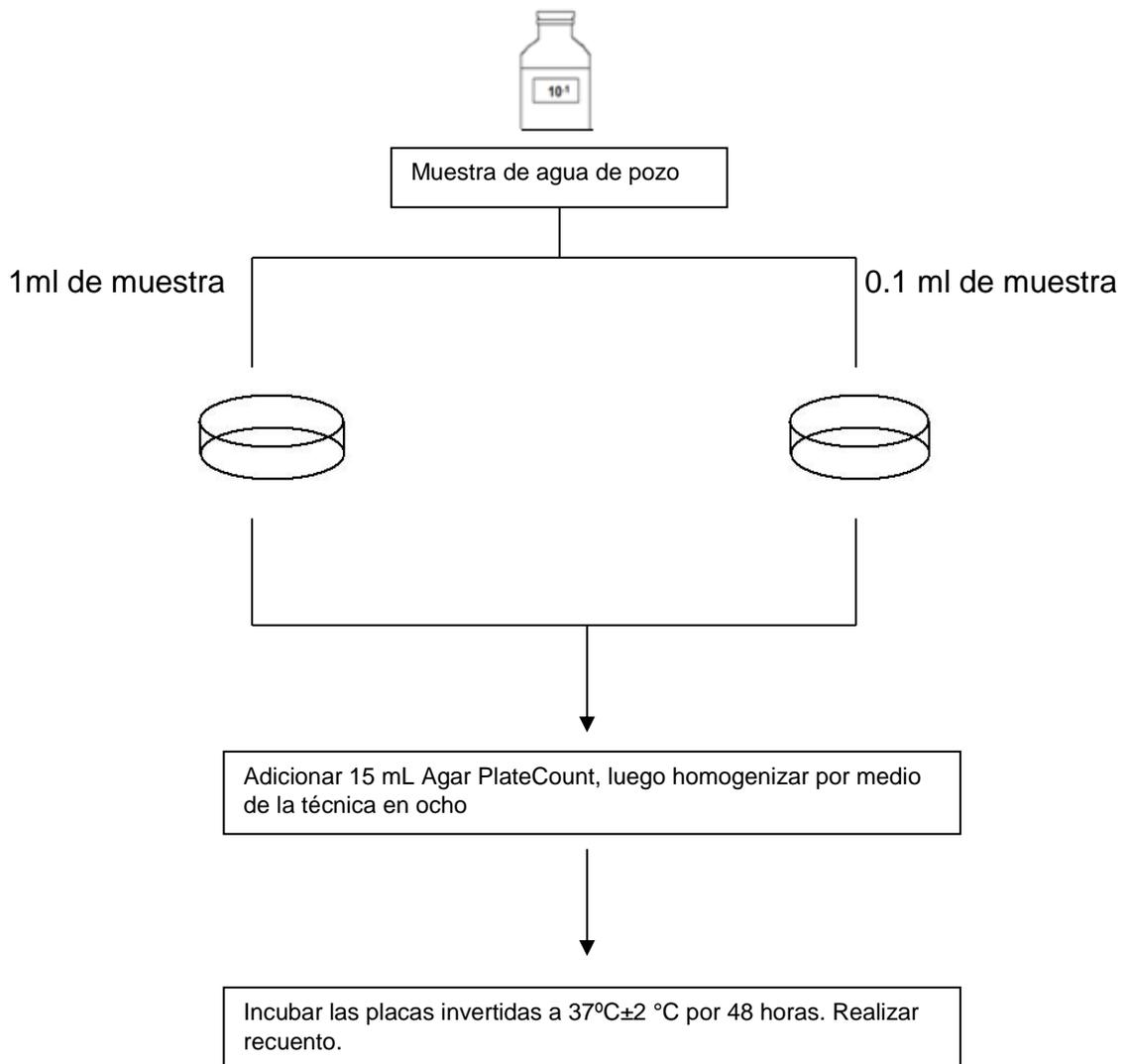


Figura N° 15 Identificación de Bacterias Mesofilas Aerobicas

Determinación de *Escherichia coli*

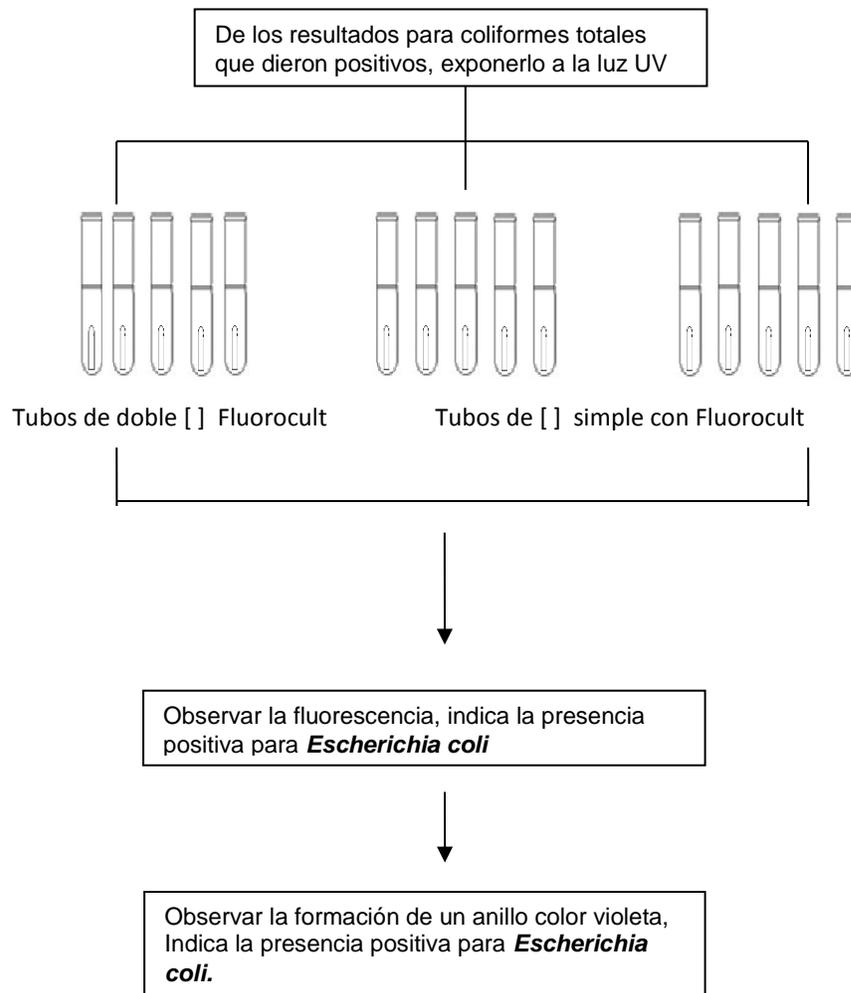


Figura N° 16 Identificación de *Escherichia coli*

**ANEXO N° 5
CUADROS DE LECTURA**

Cuadro N° 12: Cuadro de lectura para recuento total de bacterias.

No hay crecimiento de colonias	Se reporta como menos de 10 UFC / mL (o el volumen de la dilución correspondiente). Por ejemplo si en la dilución 10^{-2} no se observó crecimiento y es la dilución menor, se reporta Menor de 100 UFC/ mL
Si el número de colonias por placa excede los 300 UFC	Si hay menos de 10 UFC por cuadrito cuente trece cuadritos (7 horizontales y 6 verticales) multiplique por 5 y aplique el FD para obtener el número de colonias por placa.
	Si hay más de 10 UFC por cuadrito, cuente 4 cuadritos y el promedio multiplíquelo por 57 (para placas descartables) y 65 para placas de vidrio.
	Si el número de colonias por cuadrito es mayor que 100 reporte para placas de vidrio como "Mayor de 6500 dividido entre el volumen más pequeño inoculado; para placa descartable como Menor de 5700 dividido entre el volumen de muestra más pequeño.
Placas con menos de 30 UFC	Se eligen las placas de la dilución mas baja. Ejemplo en 10^{-2} tengo 20 colonias En 10^{-3} tengo 9 colonias. Se reporta $20 \times 100 = 2000$ UFC / mL o por gramo inoculado (en caso de alimentos)
Para placas entre 30 y 300 UFC	Se hace el recuento de cada placa duplicada por dilución de la siguiente manera: UFC/mL = $\frac{\text{Colonias contadas}}{\text{Volumen de la muestra en la placa}}$ Se reporta la mayor dilución

Cuadro N° 13: Para 5 tubos cada uno de 0,1, 0,01 y 0,001 g de inóculo, los MPN y los intervalos de confianza del 95 por ciento.

Pos.. Tubos			NMP / g	Conf. lim.		Pos.. tubos			NMP / g	Conf.lim.	
0.1	0.01	0.001		Bajo	Alto	0.1	0.01	0.001		Bajo	Alto
0	0	0	<1.8	-	6.8	4	0	2	21	6.8	40
0	0	1	1.8	0.09	6.8	4	0	3	25	9.8	70
0	1	0	1.8	0.09	6.9	4	1	0	17	6	40
0	1	1	3.6	0.7	10	4	1	1	21	6.8	42
0	2	0	3.7	0.7	10	4	1	2	26	9.8	70
0	2	1	5.5	1.8	15	4	1	3	31	10	70
0	3	0	5.6	1.8	15	4	2	0	22	6.8	50
1	0	0	2	0.1	10	4	2	1	26	9.8	70
1	0	1	4	0.7	10	4	2	2	32	10	70
1	0	2	6	1.8	15	4	2	3	38	14	100
1	1	0	4	0.7	12	4	3	0	27	9.9	70
1	1	1	6.1	1.8	15	4	3	1	33	10	70
1	1	2	8.1	3.4	22	4	3	2	39	14	100
1	2	0	6.1	1.8	15	4	4	0	34	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	1	40	14	100
1	3	0	8.3	3.4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	1	10	3.5	22	4	5	0	41	14	100
1	4	0	11	3.5	22	4	5	1	48	15	120
2	0	0	4.5	0.79	15	5	0	0	23	6.8	70
2	0	1	6.8	1.8	15	5	0	1	31	10	70
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	2	43	14	100
2	1	0	6.8	1.8	17	5	0	3	58	22	150
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	0	33	10	100
2	1	2	12	4.1	26	5	1	1	46	14	120
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	2	63	22	150
2	2	1	12	4.1	26	5	1	3	84	34	220
2	2	2	14	5.9	36	5	2	0	49	15	150
2	3	0	12	4.1	26	5	2	1	70	22	170
2	3	1	14	5.9	36	5	2	2	94	34	230
2	4	0	15	5.9	36	5	2	3	120	36	250
3	0	0	7.8	2.1	22	5	2	4	150	58	400
3	0	1	11	3.5	23	5	3	0	79	22	220
3	0	2	13	5.6	35	5	3	1	110	34	250
3	1	0	11	3.5	26	5	3	2	140	52	400

Cuadro N°: 13 (Continuación)

3	1	1	14	5.6	36	5	3	3	180	70	400
3	1	2	17	6	36	5	3	4	210	70	400
3	2	0	14	5.7	36	5	4	0	130	36	400
3	2	1	17	6.8	40	5	4	1	170	58	400
3	2	2	20	6.8	40	5	4	2	220	70	440
3	3	0	17	6.8	40	5	4	3	280	100	710
3	3	1	21	6.8	40	5	4	4	350	100	710
3	3	2	24	9.8	70	5	4	5	430	150	1100
3	4	0	21	6.8	40	5	5	0	240	70	710
3	4	1	24	9.8	70	5	5	1	350	100	1100
3	5	0	25	9.8	70	5	5	2	540	150	1700
4	0	0	13	4.1	35	5	5	3	920	220	2600
4	0	1	17	5.9	36	5	5	4	1600	400	4600
						5	5	5	> 1600	700	-

ANEXO N° 6
Tablas de Límites Máximos Establecidos en la Norma Salvadoreña
Obligatoria de Agua y Agua Potable NSO 13.07.01:08

Parámetros	Técnica de Tubos Múltiples
Bacterias coliformes	< 1.1 NMP/100ml
Bacterias coliformes fecales o termotolerantes	< 1.1 NMP/100ml
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/100ml
Conteo de Bacterias heterotrofas y aerobias mesofilas	100UFC/mL
*Organismos patógenos	Ausente

Requisitos de Calidad Físicos

Límite Máximo Permissible por NSO 13.07.01:08 para Agua Potable

Parámetros	Límite Máximo
Color verdadero Pt-Co	15
Olor	No Rechazable
pH	8.5
Sabor	No Rechazable
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	1000
Turbidez (UNT)	5
Temperatura (°C)	No Rechazable

Requisitos de Calidad Químicos

Límite Máximo Permissible por NSO 13.07.01:08 para Agua Potable

Parámetros	Límite Máximo
*Dureza Total (CaCO ₃)	500
*Sulfato (mg/L)	400
Hierro Total (mg/L)	0.3
Sodio (mg/L)	200
Arsénico (mg/L)	0.01
Mercurio (mg/L)	0.001
Plomo (mg/L)	0.01

ANEXO N° 7
DE GUIA DE EVALUACION DE LOS POZOS EN ESTUDIO



CASERIOS: _____

LUGAR Y PUNTO DE INSPECCIÓN: _____

FECHAS/HORA DE MUESTREO: _____

Cuadro N° 14 CONDICIONES HIGIENICO SANITARIAS DEL LUGAR DE MUESTREO (Tomando como referencia una distancia mínima aproximadamente a 30m. alrededor del pozo)

Parámetros	SI	NO
INTERIOR.		
¿El pozo se encuentra recubierto?		
¿Le dan algún tipo de tratamiento?		
¿El pozo es perforado?(mayor de 50 metros)		
¿El pozo es excavado? (menor a 10 metros)		
¿El agua posee partículas o color no característico?		
EXTERIOR		
¿Posee bomba eléctrica?		
¿El pozo posee bomba de gasolina?		
¿Mantiene el pozo destapado?		

Cuadro N° 14 (Continuación)

¿El agua se extrae con baldé?		
¿Posee tapadera de madera?		
¿Presencia de basurales?		
¿Presencia de animales?		
¿Aguas residuales y encharcamientos?		
¿Letrina/fosa séptica?		
¿Presencia de cultivos en los alrededores de pozo?		

¿Qué tipo de cultivos se encuentran a los alrededores del pozo?

¿Qué tipo de herbicidas o pesticidas utilizan?

ANEXO N°8

FIGURA N° 17 EJEMPLO DE ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA.

Universidad de El Salvador Facultad de Química y Farmacia	
Etiqueta de muestreo	
Código de muestra:	_____
Tipo de muestra:	_____ Tipo de análisis: _____
Fecha:	_____ Hora: _____
Temperatura de la muestra:	_____
Lugar de recolección:	_____
Realizador por:	_____

ANEXO N° 9

INFORME DE RESULTADO A LA ALCALDIA MUNICIPAL DE SESORI



San Salvador, 29 de Noviembre de 2013

Sr. Rene Alexander Portillo
ALCALDE MUNICIPAL DE SESORI
Presente

Reciba un cordial saludo deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para presentarle a usted los resultados de los análisis microbiológicos y determinación de Plomo, Hierro y pH realizados al agua de consumo humano en comunidades de: San Nicolás, Colonia Libertad, Queseritas y Leonor Municipio de Sesorí, Departamento de San Miguel, el cual fue el objetivo del trabajo de graduación titulado: "**EVALUACION MICROBIOLÓGICA Y DETERMINACION DE HIERRO, PLOMO Y pH EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO COMUNIDADES DE SESORI, SAN MIGUEL**", además para dar cumplimiento a uno de los objetivos específicos del trabajo de graduación de la facultad de Química y farmacia de la Universidad de El Salvador que es: dar a conocer a la Alcaldía Municipal de Sesorí y a miembros de Juntas de Agua los resultados de los análisis realizados con la finalidad que sirva de referencia para en un futuro realizar monitoreo del agua de consumo humano en las comunidades antes mencionadas, nos permitimos manifestar que los resultados fueron comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13:07.01.08 para Agua Potable.

Resultados de la guía de observaciones de las condiciones higiénicas sanitarias de los pozos en las comunidades en estudio.



LUGARES Y PUNTOS DE INSPECCIÓN: Pozo San Nicolás, Pozo Colonia Libertad, Pozo Queseritas y Pozo Leonor.

FECHAS/HORA DE MUESTREO:

- Pozo San Nicolás 8:00 am 02/09/13
- Pozo Colonia Libertad 10:00 am 02/09/13
- Pozo Queseritas 8:15 am 09/09/13
- Pozo Leonor 10:20 am 09/09/13

Cuadro N° 15 Condiciones higiénico sanitarias del lugar de muestreo. (Tomando como referencia una distancia mínima aproximadamente a 30m. alrededor del pozo)

Parámetros	San Nicolás		Colonia libertad		Queseritas		Leonor	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
INTERIOR.								
¿El pozo se encuentra recubierto?	X			X	X		X	
¿Le dan algún tipo de tratamiento?		X	X		X		X	
¿El pozo es perforado?(mayor de 50 metros)	X			X	X			X
¿El pozo es excavado? (menor a 10 metros)		X	X		X		X	
¿El agua posee partículas o color no característico?		X	X		X			X

Cuadro N° 15 (Continuación)

Parámetros	San Nicolás		Colonia libertad		Queseritas		Leonor	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
EXTERIOR								
¿El pozo posee bomba eléctrica?	X		Gravedad		X		X	
¿El pozo posee bomba de gasolina?		X		X		X		X
¿Mantiene el pozo destapado?		X	X			X		X
¿El agua se extrae con balde?		X		X		X		X
¿Posee tapadera de madera?		X		X		X		X
¿Presencia de basurales?		X		X		X		X
¿Presencia de animales?	X			X	X		X	
¿Aguas residuales y encharcamientos?	X			X		X		X
¿Letrina/fosa séptica?	X			X	X			X
¿Presencia de cultivos en los alrededores de pozo?	X			X	X		X	
Cumple las condiciones higiénico sanitarias		X		X		X		X

¿Qué tipo de cultivos se encuentran a los alrededores del pozo?

Pozo San Nicolás: se encuentran cultivos de pastizales para ganadería

Pozo Colonia Libertad: protegido 200 m²

Pozo Queseritas: se encuentran cultivos de pastizales para ganadería

Pozo Leonor se encuentran cultivos de maíz y pastizales

¿Qué tipo de herbicidas o pesticidas utilizan?

En la mayoría de los cultivos para eliminar la maleza indeseada utilizan:

Amina: (Acido 2,4-diclorofenoxiacético)

Bullgrass; (N-fenil-2-fenoxi-3-piradina carboxamida)

Gramoxone; (1,1-difenil-4,4-dipiridilio)

En los resultados obtenidos de la guía de observación realizada en los 4 pozos que se encuentran en las comunidades en estudio.

Para el pozo de Comunidad San Nicolás se observó una adecuada cobertura de tubo galvanizado el cual se encuentra fijado en una plataforma de concreto, dicho tubo protege al pozo desde su interior hasta su parte externa, tiene una profundidad de 150 metros aproximadamente, sin embargo este pozo no posee algún tipo de tratamiento de limpieza, por lo que el agua de distribución tiene un sistema de tratamiento por cloración instalado en el tanque de captación. En sus alrededores se puede observar la presencia de encharcamiento a unos pocos metros así como una letrina sanitaria y ganado en sus alrededores.

El pozo de Comunidad Queseritas se encuentra recubierto desde su interior y su parte externa por un tubo galvanizado, ya que esta se extrae por bombeo eléctrico debido a la profundidad que este posee, el agua se encuentra a profundidades mayores de nueve metros, sin embargo debido a la numerosa cantidad de habitantes que este pozo abastece está perforado a una profundidad de 130 metros, este pozo posee tratamiento de lavado anual. En sus alrededores se puede observar pastizales de ganadería, una quebrada a unos 6 metros y una letrina a 25 metros del pozo.

El pozo de Colonia Libertad es excavado y está diseñado para captar el agua de la quebrada Santa Rosa de la misma comunidad, por lo cual tiene una entrada de agua directa desde la quebrada; esto permite una mayor probabilidad de contaminación ya que el agua tiene un recorrido de unos dos kilómetros aproximadamente a nivel superficial sobre terrenos muy rocosos, posteriormente es captada y haciendo uso de la gravedad es transportada por tuberías hasta el tanque de cloración del cual se distribuye para la comunidad, y por no tener ningún tipo de filtración permite que el agua llega a las viviendas

con partículas y color no característico. También se puede observar el deterioro en las tuberías de distribución ya que tienen más de 17 años de vida útil.

El pozo de la Comunidad Leonor está ubicado a las orillas de la quebrada La Leonor, de la misma comunidad la cual tiene un recorrido de unos 3 kilómetros sobre terrenos fértiles de abundancia de frutas, este pozo es excavado sobre un talpetate de unos tres metro de profundidad, protegido por unas paredes de cemento y el talpetate mismo, y en la parte superior posee una plataforma de cemento de unos 20 centímetros de espesor que posee una abertura de un metro cuadrado cubierto con una tapa de lámina para facilitar el mantenimiento de lavado, el cual se realiza cada mes o al ensuciarse, ya que este pozo recibe agua que se filtra a través de unas aberturas que la estructura tiene debido al notable deterioro que este tiene. El agua de este pozo es almacenada en un tanque metálico por lo cual no mantienen ningún sistema de purificación del agua, por lo que esta agua esta con mayor probabilidad de encontrarse contaminada.

Cuadro N° 16 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad San Nicolás

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPS*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	10 UFC/mL	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	14 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	6.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	Cumple	Cumple	-----
Parámetros	2°CPS*	3°CPS *	6°CPS*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	<10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	Cumple	Cumple	Cumple	-----

*CPS: Casa Proyecto San Nicolás

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 17 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Colonia Libertad.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPC*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	320 UFC/mL**	15 UFC/mL	10 UFC/mL	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	>1600 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	27 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	27 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	Cumple	Cumple	-----
Parámetros	2°CPC*	3°CPC*	6°CPC*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	8 UFC/mL	18 UFC/mL**	28 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	Cumple	Cumple	Cumple	-----

*CPC: Casa Proyecto Colonia Libertad

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 18 Resultados de los Parámetros Físicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 DE Agua y Agua potable para las muestras recolectadas En Las comunidades San Nicolás y La Libertad.

San Nicolás	POZO	TANQUE	1°CPS	2° CPS	3°CPS	4°CPS	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.30 mg/L					
Plomo	0.0164 mg/L (rechazable)	0.0186 mg/L (rechazable)	0.0182 mg/L (rechazable)	0.0176 mg/L (rechazable)	0.0178 mg/L (rechazable)	0.0180 mg/L (rechazable)	0.01mg/L
PH	7.05	7.4	7.45	7.43	7.4	7.46	8.5 ¹⁾
La Libertad	POZO	TANQUE	1° CPC	2° CPC	3° CPC	4° CPC	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	1.00 mg/L (rechazable)	1.260 mg/L (rechazable)	1.230mg/L (rechazable)	1.260 mg/L (rechazable)	1.280 mg/L (rechazable)	1.23 mg/L (rechazable)	0.30 mg/L
Plomo	0.0061 mg/L	0.0074 mg/L	0.0083 mg/L	0.0078mg/L	0.0062 mg/L	0.0075 mg/L	0.01mg/L
PH	6.8	7.35	7.33	7.4	7.44	7.37	8.5 ¹⁾

¹⁾ Límite Mínimo Permisible 6.0 Unidades

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 16 y 17 se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de agua recolectadas en la comunidad San Nicolás y colonia Libertad las cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano ya que posee niveles de contaminación microbianos

En el Cuadro N° 18 se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (plomo, hierro y pH) en las comunidades San Nicolás y colonia Libertad en el municipio de Sese, departamento de San Miguel, los cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano por poseer niveles de plomo y hierro fuera de los límites propuestos por la NSO 13.07.01:08 esto puede deberse a que las tuberías son de tubos galvanizados y pueden que se haya utilizado soldadura de plomo.

Por otro lado los niveles altos de Hierro en la colonia Libertad pudieron haberse taladrado rocas ferrosas en la perforación del pozo ya que posee una profundidad de 150 metros el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por la NSO 13.07.01:08

Cuadro N° 19 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Queseritas.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPQ*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua
------------	------	--------	--------	---

				potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	84 UFC/mL	64 UFC/mL	180 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	7.8 NMP/100 mL**	7.8 NMP/100 mL**	110 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	6.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----
Parámetros	2°CPQ*	3°CPQ *	6°CPQ*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	98 UFC/mL	168 UFC/mL**	128 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	70 NMP/100 mL**	23 NMP/100 mL**	33 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	4.5 NMP/100 mL**	4.5 NMP/100 mL**	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	2 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatorio

Cuadro N° 20 Resultados de los Parámetros Microbiológicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en la comunidad Leonor.

Parámetros	POZO	TANQUE	1°CPLN*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	189 UFC/mL**	59 UFC/mL	520 UFC/mL**	100 UFC/ mL

Bacterias Coliformes totales	240 NMP/100 mL**	79 NMP/100 MI**	110 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	22 NMP/100 mL**	17 NMP/100 mL**	11 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	13 NMP/100 mL**	17 NMP/100 mL**	7.8 NMP/100 mL**	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Presencia**	Presencia	Presencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----
Parámetros	2°CPLN*	3°CPLN*	6°CPLN*	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable***
Bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	69 UFC/mL	96 UFC/mL**	168 UFC/mL**	100 UFC/ mL
Bacterias Coliformes totales	130 NMP/100 mL	110 NMP/100 mL	33 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias Coliformes fecales	22 NMP/100 mL	14 NMP/100 mL	4.5 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	13 NMP/100 mL	11 NMP/100 mL	4.5 NMP/100 mL	<1.1 NMP/100 mL
Organismos patógenos (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Presencia	Presencia	Presencia	Ausencia
Cumplimiento de Norma	No cumple	No cumple	No cumple	-----

PLN: asa Proyecto Leonor

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 21 Resultados de los Parámetros Físicoquímicos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua potable para las muestras recolectadas en las Comunidades Queserita y Leonor.

Queseritas	POZO	TANQUE	1°CPQ	2° CPQ	3°CPQ	4°CPQ	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.30 mg/L
Plomo	0.0110 mg/L	0.0085 mg/L	0.0037 mg/L	0.0089 mg/L	0.0149 mg/L	0.0075 mg/L	0.01mg/L
PH	6.96	7.12	7.10	7.15	7.05	7.10	8.5 ¹⁾
Leonor	POZO 2	TANQUE 2	1° CPL	2° CPL	3° CPL	4° CPL	
Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Límite Máximo permisible por la NSO 13.07.01:08 para agua potable
Hierro	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.036 mg/L	0.30 mg/L
Plomo	0.0022 mg/L	0.0064 mg/L	0.0098 mg/L	0.0072 mg/L	0.0058 mg/L	0.0054mg/L	0.01mg/L
PH	7.05	7.10	6.97	7.05	6.95	7.00	8.5 ¹⁾

¹⁾ Límite Mínimo Permisible 6.0 Unidades

*CPQ: Casa Proyecto Queseritas

** Parámetro fuera de Límite

*** Norma Salvadoreña Obligatoria

Cuadro N° 19 y 20 se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de agua recolectadas en la comunidad Queseritas y Leonor la cual se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano ya que posee niveles altos de contaminación microbiana, esto puede deberse a diversos factores: en gran medida al tratamiento de cloración, ya que el proyecto de Leonor no tiene tratamiento de cloración y el proyecto de Queseritas utiliza poca cantidad de cloro para el tratamiento de este proyecto por lo cual favorece la formación de películas bacterianas y crearse así reservorios de bacterias dentro de las tuberías y en sus roscas de añadiduras.

En el Cuadro N° 21 se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (plomo, hierro y pH) en las comunidades Queserita y Leonor en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel, los cuales se han comparado con los límites permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 de Agua y Agua Potable y esta demuestra no ser apta para consumo humano por poseer niveles de plomo y hierro fuera de los límites propuestos por la NSO 13.07.01:08 esto puede deberse a que las tuberías son de tubos galvanizados y puedan que se haya utilizado soldadura de plomo, por el contrario el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por la NSO 13.07.01

ANEXO 10
RESULTADOS DE ANALISIS DE PLOMO Y HIERRO POR
ABSORCION ATOMICA

INFORMES DE RESULTADOS DEL LABORATORIO PROCAFE



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN AGUAS

INFORME No. : 53



PROPIETARIO: Nelson Enrique Medina Lazo
 DIRECCIÓN: 79 Avenida Norte Colonia Layco casa 1710
 Apartamento 3B Sesori

FECHAS	
RECEPCIÓN:	10/09/2013
ANÁLISIS:	20/09/2013
EMISIÓN:	20/09/2013

Código del Laboratorio	Identificación de la muestra	Lectura de hierro		Lectura de plomo	
		Absorbancia	Concentración	Absorbancia	Concentración
ANC-211	Pozo del Proyecto Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.050	0.0110 mg/L
ANC-212	Tanque del Proyector Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.038	0.0085 "
ANC-213	1a casa del Proyector Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.017	0.0037 "
ANC-214	2a muestra Centro Escolar Caserío Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.040	0.0089 "
ANC-215	3a muestra del Proyecto Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.068	0.0149 "
ANC-216	4a muestra del Proyecto Queserita	0.001	0.036 mg/L	0.034	0.0075 "
ANC-217	Tanque del Proyecto Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.029	0.0064 "
ANC-218	Pozo del Proyecto Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.010	0.0022 "
ANC-219	1a casa del Proyecto Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.044	0.0098 "
ANC-220	2a casa del Proyecto Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.033	0.0072 "
ANC-221	Centro Escolar La Leonor 4 cm del proyecto La Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.026	0.0058 "
ANC-222	3ª casa del Proyecto Leonor	0.001	0.036 mg/L	0.024	0.0054 "
-	Standard 1 plomo 0.025 mg/L	-	-	0.113	0.0246 "
-	Standard 2 plomo 0.050 mg/L	-	-	0.230	0.0500 "
-	Standard 1 hierro 0.100 mg/L	0.0028	0.100 "	-	-
-	Standard 2 hierro 0.500 mg/L	0.014	0.500 "	-	-
-	Standard 3 hierro 1.000 mg/L	0.028	1.000 "	-	-
-	Standard blanco 0.00 mg/L	0.000	0.000 "	0.000	0.0000 "

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
 Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos



Lic. Julio César Chávez
 Técnico Analista

El Café es Vida

Avenida Manuel Gallardo, y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, la libertad, El Salvador, C.A.
 PBX: (503)2288-3088, FAX(503) 2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, <http://www.procafe.com.sv>



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN AGUAS

INFORME No. : 50



PROPIETARIO: Nelson Enrique Medina Lazo
DIRECCIÓN: 19 Avenida Norte Colonia Layco casa 1710
Apartamento 3B San Miguel

FECHAS	
RECEPCIÓN:	03/09/2013
ANÁLISIS:	10/09/2013
EMISIÓN:	10/09/2013

Código del Laboratorio	Identificación de la muestra	Lectura de hierro		Lectura de plomo	
		Absorbancia	Concentración	Absorbancia	Concentración
ANC 197	Pozo San Nicolas	0.001	0.036 mg/L	0.079	0.0164 mg/L
ANC-198	Tanque del Proyecto San Nicolas	0.001	0.036 "	0.090	0.0186 "
ANC-199	1a casa del Proyecto San Nicolas	0.001	0.036 "	0.088	0.0182 "
ANC-200	2a casa del Proyecto San Nicolas	0.001	0.036 "	0.085	0.0176 "
ANC-201	1a casa del Proyecto La Libertad	0.043	1.230 "	0.040	0.0083 "
ANC-202	2a casa del Proyecto La Libertad	0.001	0.036 mg/L	0.038	0.0078 "
ANC-203	3a casa del Proyecto La Libertad	0.045	1.260 "	0.030	0.0062 "
ANC-204	4a casa del Proyecto La Libertad	0.043	1.230 "	0.036	0.0075 "
ANC-205	3a casa U.C.SZ. del Proyecto San Nicolas	0.001	0.036 "	0.086	0.0178 "
ANC-206	4a muestra C.E. Caserío Los Villacorta San Nicolas	0.001	0.036 "	0.087	0.0180 "
ANC-207	Pozo del Proyecto La Libertad	0.036	1.000 "	0.030	0.0061 "
ANC-208	Tanque del Proyecto La Libertad	0.044	1.260 "	0.036	0.0074 "
-	Standard 1 plomo 0.025 mg/L	-	-	0.121	0.0260 "
-	Standard 2 plomo 0.100 mg/L	-	-	0.484	0.1040 "
-	Standard 1 hierro 0.100 mg/L	0.0034	0.100 "	-	-
-	Standard 2 hierro 0.500 mg/L	0.017	0.500 "	-	-
-	Standard 3 hierro 1.000 mg/L	0.035	1.000 "	-	-
-	Standard blanco 0.00 mg/L	0.000	0.000 "	0.000	0.0000 "

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.



Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

Lic. Julio César Chávez
Técnico Analista

El Café es Vida

Avenida Manuel Gallardo, y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, la libertad, El Salvador, C.A.
PBX: (503)2288-3088, FAX(503) 2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, http://www.procafe.com.sv

ANEXO N°11
FOTOGRAFIAS



Figura N° 18: Focos de contaminación de las comunidades en estudio.



Figura N° 19 Toma de muestras en tanques y viviendas de las comunidades para la determinación de análisis Microbiológicos y fisicoquímicos.



Figura N° 20 Rotulación de tubos, preparación de medios en los tubos y placas Petri.

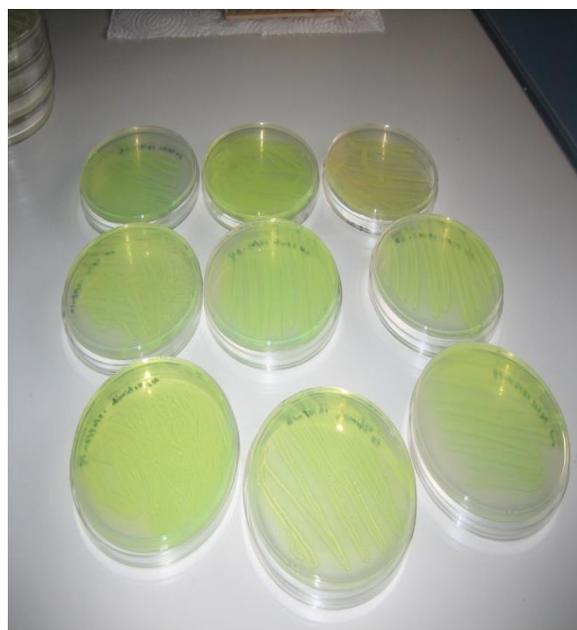


Figura N° 21 Muestras que dieron positivo en todas las pruebas.