



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO, AL TÍTULO DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**MODALIDAD: SISTEMATIZACIÓN**

**TÍTULO:**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO  
INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN  
GUAYAQUIL.**

**AUTORES:**

**DAVID ADRIÁN GARCÍA CARRILLO  
EDDIN ALEJANDRO MONTALVÁN MANTILLA**

**TUTOR**

**DR. ING. Q.F. LUIS CAZAR UBILLA MGTR**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2018**



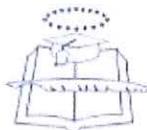
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOP. VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL.</b>		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	García Carrillo David Adrián Montalván Mantilla Eddin Alejandro		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Dr. Ing. Q.F. Luis Cazar Ubilla, Mgtr. Dra. Aída Castro Posligua, Msc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Facultad de Ciencias Químicas		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>	Química y Farmacia		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Químico y Farmacéutico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	45
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Línea de Investigación: Calidad Físico-Química del Agua potable.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Agua intradomiliaria, agua potable, Coliformes, cloro libre residual, turbidez.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	Se estudió el agua potable que es suministrada desde la toma principal que se presume llega en óptimas condiciones hasta los domicilios. Una posible contaminación puede ocurrir en la red de tuberías de la casa. Se tomaron muestras de la red principal que abastece al sector y otra que corresponde al domicilio. Se realizó análisis fisicoquímicos como pH, turbidez, cloro libre y análisis microbiológicos como Coliformes Totales y Fecales. Se usó un colorímetro para la medición de cloro libre residual y pH, dichos parámetros serán medidos In Situ, debido al potencial riesgo de que el cloro presente se degrade camino al laboratorio. Por otro lado la turbidez fue medida en el laboratorio con un turbidímetro, las muestras microbiológicas fueron analizadas en un laboratorio externo, el resultado de las muestras tomadas cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1108:2014 Requisitos de agua potable, por tanto la red de abastecimiento público y la red interna de las viviendas se encuentran en óptimas condiciones para el flujo de agua hasta los hogares.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0994471836 0999102783	<b>E-mail:</b> ed_k@hotmail.es david_metal_89@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre: Facultad de Ciencias Químicas - Secretaría</b>		
	<b>Teléfono: (04) 2-293680</b>		
	<b>E-mail: fcquimic@ug.edu.ec</b>		



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 21 de Agosto del 2018

Sr.  
Dr. CARLOS SILVA HUILCAPI, MSc.  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL"** de los estudiantes **MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO** y **GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN**, indicando han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

DR. ING. Q.F. LUIS CAZAR UBILLA MGTR  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.I. 0904948544



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 02 de Septiembre del 2018

Sr.  
Dr. CARLOS SILVA HUILCAPI, MSc.  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación "**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL**" de los estudiantes **MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO** y **GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 20 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 6 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- Los estudiantes demuestran conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que los estudiantes **MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO** y **GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN** están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

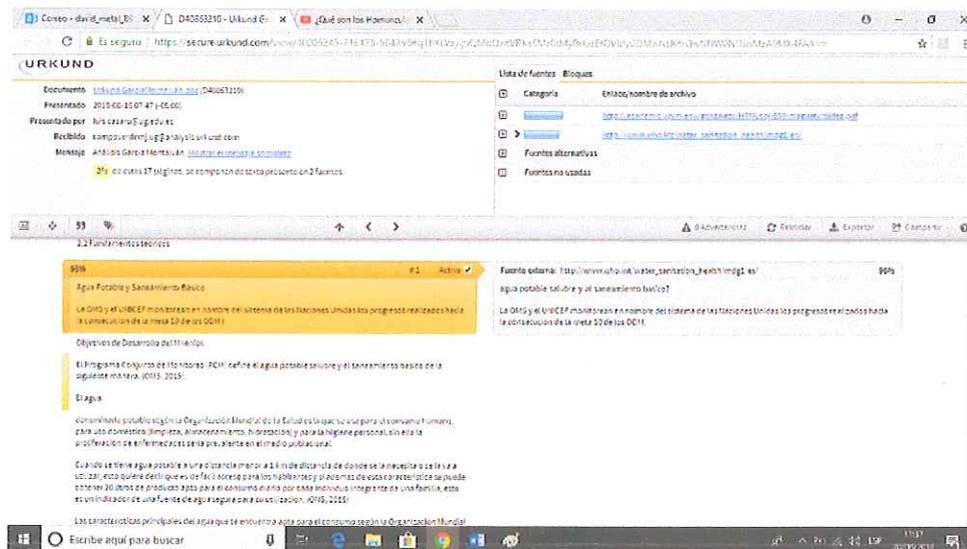
Dra. AÍDA CASTRO POSLIGUA MSc.  
DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I.: 1201078142

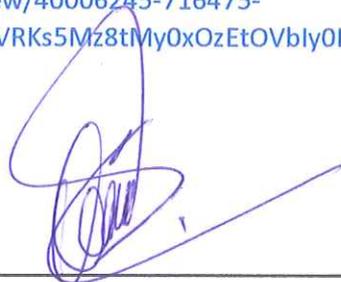
## CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **LUIS CAZAR UBILLA**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **DAVID ADRIÁN GARCÍA CARRILLO** con C.I. No. 0927900456 y **EDDIN ALEJANDRO MONTALVAN MANTILLA** con C.I. No.0925924870, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL”**, ha sido orientada durante todo el periodo de ejecución en el programa anti plagio (URKUND) quedando el **2%** de coincidencia.



<https://secure.urkund.com/view/40006245-716475-964298#q1bKLvayijbQMdQxitVRKs5Mz8tMy0xOzEtOVbly0DMwNLI0trQwNDW0NDIwMzA0MK4FAA==>



DR. ING. Q.F. LUIS CAZAR UBILLA MGTR  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.I. 0904948544



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: Urkund GarcíaMontalván.doc (D40863210)  
Submitted: 8/18/2018 2:47:00 PM  
Submitted By: luis.cazaru@ug.edu.ec  
Significance: 2 %

### Sources included in the report:

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)  
<http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

### Instances where selected sources appear:

3





FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN



LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA  
PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO  
ACADÉMICOS

Nosotros, DAVID GARCÍA CARRILLO con C.I. No. 0927900456 y EDDIN MONTALVAN MANTILLA con C.I. No. 0925924870, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL." son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

Handwritten signature of David Adrián García Carrillo in blue ink.

DAVID ADRIÁN GARCÍA CARRILLO  
C.I. No. 0927900456

Handwritten signature of Eddin Alejandro Montalvan Mantilla in blue ink.

EDDIN ALEJANDRO MONTALVAN MANTILLA  
C.I. No. 0925924870

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



---

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor/a del Trabajo de Titulación, Certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de sistematización, cuyo título es **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL.”**; presentado por MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO con cédula de ciudadanía N° 0925924870 y GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN con cédula de ciudadanía N° 0927900456, previo a la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de anti plagio del programa URKUND. Lo Certifico. -

Guayaquil, 21 de Agosto 2018

---

DR. ING. Q.F. LUIS CAZAR UBILLA MGTR  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.I. 0904948544



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 02 de Septiembre del 2018

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **Dra. AÍDA CASTRO POSLIGUA MSc.**, tutor revisor del trabajo de titulación **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL."** certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO** con C.I. No. **0925924870** y **GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN** C.I. No. **0927900456**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS**, en la **CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA/FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Aída Castro Posligua".

Dra. AÍDA CASTRO POSLIGUA MSc.  
DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I.: 1201078142



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN



---

## CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

### Acta de Registro de la Sustentación Final

El Tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación del Sr. **Montalván Mantilla Eddin Alejandro** y el Sr. **García Carrillo David Adrián**, después de ser examinados en su presentación, memoria científica y de defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Aída Castro", written over a horizontal line.

Dra. AÍDA CASTRO POSLIGUA MSc.  
PRESIDENTE MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nilda Cedeño", written over a horizontal line.

Q.F. NILDA CEDEÑO ALBÁN, MSc.  
DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Pilar Soledispa", written over a horizontal line.

Q.F. PILAR SOLEDISPA, MSc.  
DOCENTE MIEMBRO 3 DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Francisco Palomeque", written over a horizontal line.

AB. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO, Mgs.  
SECRETARIO GENERAL



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN



---

CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE CONSUMO INTRADOMICILIARIA EN LA COOPERATIVA VIRGEN DEL CISNE EN GUAYAQUIL."**

Guayaquil, 10 de Septiembre 2018

Nosotros, **MONTALVÁN MANTILLA EDDIN ALEJANDRO** y **GARCÍA CARRILLO DAVID ADRIÁN**, autores de este trabajo declaramos ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaramos también es de nuestra autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además, ratificamos que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad Nacional, ni una Extranjera.

EDDIN ALEJANDRO MONTALVÁN MANTILLA

C.I.:0925924870

DAVID ADRIÁN GARCÍA CARRILLO

C.I.: 0927900456



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**

---



**DEDICATORIA**

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



## **RESUMEN**

Se estudió el agua potable que es suministrada desde la toma principal que se presume llega en óptimas condiciones hasta los domicilios. Una posible contaminación puede ocurrir en la red de tuberías de la casa. Se tomaron muestras de la red principal que abastece al sector y otra que corresponde al domicilio. Se realizó análisis fisicoquímicos como pH, turbidez, cloro libre y análisis microbiológicos como Coliformes Totales y Fecales. Se usó un colorímetro para la medición de cloro libre residual y pH, dichos parámetros serán medidos In Situ, debido al potencial riesgo de que el cloro presente se degrade camino al laboratorio. Por otro lado la turbidez fue medida en el laboratorio con un turbidímetro, las muestras microbiológicas fueron analizadas en un laboratorio externo, el resultado de las muestras tomadas cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1108:2014 Requisitos de agua potable, por tanto la red de abastecimiento público y la red interna de las viviendas se encuentran en óptimas condiciones para el flujo de agua hasta los hogares.

**Palabras claves:** agua intradomiciliaria, agua potable, Coliformes, cloro libre residual, turbidez.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIDAD DE TITULACIÓN



## ABSTRACT

The drinking water supplied from the main intake that is presumed to arrive in optimal conditions to the homes was studied. Possible contamination can occur in the pipe network of the house. Samples were taken from the main network that supplies the sector and another that corresponds to the address. Physicochemical analyzes were carried out, such as pH, turbidity, free chlorine and microbiological analyzes such as total and fecal coliforms. A colorimeter was used for the measurement of residual free chlorine and pH, the parameters in situ, due to the risk potential of the present chlorine will be degraded on the way to the laboratory. On the other side the turbidity is measurement in the laboratory with a turbidimeter, the microbiological samples are analyzed in an outside laboratory, the results of the samples taken comply with the requirements established in NTE INEN 1108: 2014 Drinking water requirements, therefore the public supply network and the internal network of homes are in optimal conditions for the flow of water to homes.

**Keywords:** Intradomiciliary water, drinking water, Coliforms, residual free chlorine, turbidity.

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	4
PROBLEMA .....	4
1.1 Planteamiento del problema .....	4
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.2 Fundamentos teóricos .....	9
2.2.1 El Agua Potable y Saneamiento Básico .....	9
2.2.2 Riesgo de consumir agua contaminada para la salud .....	10
2.2.3 Consecuencias económicas y sociales .....	10
2.2.4 Beneficios del Control de Calidad y la Vigilancia .....	11
2.2.5 Factores que afectan la Calidad del Agua .....	11
2.2.6 Diferencia entre Control de Calidad y Vigilancia .....	12
2.2.7 Elementos del programa de vigilancia de calidad.....	12
2.2.8 Campos de actuación .....	13
2.2.9 Aspectos Microbiológicos .....	14
2.2.10 Transmisión de bacterias patógenas .....	14
2.2.11 Aspectos Químicos.....	16
2.2.12 Aspectos relativos a la aceptabilidad.....	17
2.2.13 Importancia de los parámetros químicos a analizar .....	18
CAPÍTULO III .....	21
MATERIALES Y MÉTODOS .....	21

3.1	Materiales .....	21
3.1.1	Lugar de la investigación.....	21
3.1.2	Periodo de investigación.....	21
3.1.3	Tipo de Investigación .....	21
3.1.4	Diseño de la Investigación.....	21
3.1.5	Universo .....	22
3.1.6	Muestra.....	22
3.1.6.1	Conservación.....	23
3.1.6.2	Recolección de la Muestra.....	24
3.1.6.3	Procedimiento de Toma de muestra .....	25
3.1.6.4	Transporte de las muestras.....	25
3.1.7	Materiales .....	26
3.1.8	Equipos.....	27
3.1.9	Reactivos .....	27
3.2	Métodos.....	27
3.2.1	Ensayos microbiológicos .....	27
3.2.2	Ensayos fisicoquímicos.....	27
CAPÍTULO IV.....		29
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....		29
4.1	Resultados de ensayos.....	29
4.2	Resultados de encuesta .....	36
CONCLUSIONES.....		37
RECOMENDACIONES.....		38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		39

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestreo .....	22
Tabla 2 Parámetros Físico-Químicos.....	29
Tabla 3 Ensayos Microbiológicos - Primera Campaña .....	33
Tabla 4 Ensayos Microbiológicos - Segunda Campaña .....	34
Tabla 5 Encuesta .....	36

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ensayo de cloro libre y pH (primera campaña) .....	30
Ilustración 2 Ensayo de cloro libre y pH (segunda campaña) .....	31
Ilustración 3 Ensayo de turbiedad (primera campaña).....	31
Ilustración 4 Ensayo de turbiedad (segunda campaña).....	32
Ilustración 5 Ensayos microbiológicos - primera campaña.....	35
Ilustración 6 Ensayos microbiológicos - segunda campaña .....	35

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Plano Cerro San Eduardo .....	42
Anexo 2 Registro de temperaturas de muestras .....	43
Anexo 3 Parámetros físico químicos .....	43
Anexo 4 Parámetros microbiológicos .....	43
<b>Anexo 5</b> Evidencia fotográfica (muestreo) .....	44
<b>Anexo 6</b> Evidencia fotográfica (ensayos) .....	45

## INTRODUCCIÓN

La desinfección del agua para consumo humano en la Región de América Latina y el Caribe tiene gran importancia, ya que constituye la última barrera contra los agentes patógenos transmitidos por el agua y en las comunidades rurales muchas veces constituye la única barrera contra la contaminación. Sin embargo, la desinfección no es por sí sola suficiente para asegurar la buena salud porque también hay otras vías para la transmisión de los agentes patógenos, tales como los alimentos, los cuerpos receptores contaminados con aguas residuales, el contacto de persona a persona y el contacto de animal a persona. (Vargas, 2002, p. 1)

El abastecimiento de agua potable se realiza desde una toma principal de la cual sale la tubería que alimenta a todo un sector y hasta aquí llega la responsabilidad de la calidad del agua de la empresa, luego de eso está la red de tuberías que son propias de cada domicilio las cuales son responsables los propietarios del buen funcionamiento y mantenimiento de las mismas. (Villanova P. 2013)

“La calidad del agua potable en zonas rurales se puede ver afectada por la falta de mantenimiento en la red de tuberías que alimentan el domicilio, aunque también es importante descartar que la contaminación no se encuentra en la tubería principal”. (Santos, 2016)

La investigación de esta problemática social se realizó por el interés de conocer el estado del agua que consumen los habitantes de esta zona de la ciudad. En caso de existir una contaminación se podrá determinar el origen. Este trabajo sería entonces un primer paso para buscar una solución haciendo una investigación más profunda donde se tomen en cuenta otros parámetros.

El abastecedor debe tener como prioridad la calidad microbiológica del agua, por lo que se debe recurrir al monitoreo de bacterias como el Coliforme total y el termotolerante. (OMS, 1984). Haciendo una comparación de enfermedades producidas por parásitos que se transmiten por el agua y las provocadas por contaminación química, se puede notar que las enfermedades parasitarias están por encima, dejando en un segundo plano las producidas por químicos. (Vargas C., Rojas R., 2002)

En el medio urbano, normalmente este aspecto no es considerado en los programas de control de calidad en vista de que la responsabilidad del abastecedor solamente alcanza hasta el límite de la propiedad del consumidor. Sin embargo, muchas veces resulta beneficiosa para el abastecedor la evaluación intradomiciliaria, a fin de dilucidar responsabilidades. (Rojas, 2002)

La Calidad de Agua Intradomiciliaria es un tema de relevancia ya que no se conoce con exactitud el uso o el manejo de este líquido dentro de las viviendas de bajos recursos económicos, por tanto el objetivo principal es dar a conocer el grado de contaminación ya sea inexistente o no en la red de distribución interna de los domicilios en el sector a estudiar. (Montalván E. 2018)

La salud pública depende mucho de cuán fácil es el acceso al agua salubre, la cual puede ser usada en el hogar, para beber o para fines recreativos. Los países con infraestructuras que permiten el correcto abastecimiento de agua, saneamiento y su gestión, presentan un elevado crecimiento económico lo que reduce el índice de pobreza. (García D 2018)

Para asegurar la calidad el agua se deben tomar en cuenta tres aspectos adicionales: cantidad, continuidad y costo razonable. Sumado a estos tres aspectos se incluye también la responsabilidad del consumidor en el manejo del producto, dado que no toda la responsabilidad recae en el abastecedor. Para lograr un cambio en la cultura del manejo del agua se deben poner en practica programas educativos que complementen las acciones del abastecedor logrando así una disminución en la probabilidad de contaminación del agua,

rompiendo la creencia de que la calidad del agua es el único factor que previene enfermedades. (Vargas C. 2002)

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho a disponer de forma continua de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico. (OMS, 2018)

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En nuestra sociedad, existen diversidad de factores que limitan las posibilidades de un buen vivir entre estos se encuentran los sectores más afectados por la pobreza y la carencia de servicios básicos, uno de estos servicios es el acceso al agua potable mediante el cual la población reúne los principios fundamentales de higiene, sin embargo un aspecto que no ha sido tomado en consideración es la Calidad del agua Intradomiciliaria y la cultura de la población. Existe acaso un ente que se encargue de esta problemática en medida de lo posible, no existen estudios que validen los conocimientos de los ciudadanos al momento de recibir este servicio de agua potable, ni como mantener el sistema de distribución Intradomiciliario para evitar una contaminación, cabe mencionar que esta población hace diez años se abastecía de agua potable mediante tanqueros por la inexistencia de una red de agua y por la pobreza del sector, por lo cual los habitantes no se encontraban familiarizados o preocupados por los medios de almacenamiento y los cuidados requeridos para obtener un producto apto para el consumo, generando déficit de conocimiento al haber adquirido el servicio destinado a este fin, por intermedio de esta investigación se recabaran datos de una población determinada y se notarán los factores que podrían alterar un producto de Calidad.

### **1.2 Formulación del problema**

La presunta contaminación existente en la red de distribución de agua intradomiciliaria es provocada por el deterioro, paso del tiempo, falta de mantenimiento, lo cual, es generado por la falta de asesoría hacia la población en los cuidados, modo de almacenamiento del producto y la cultura de la población.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la Calidad sanitaria del agua de consumo Intradomiciliario en la Coop. Virgen del Cisne – Cerro San Eduardo de La ciudad de Guayaquil.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la presencia de Coliformes Fecales y totales en muestras tomadas en la Coop Virgen del Cisne.
- Valorar el pH y la Turbiedad.
- Medir el Cloro libre Residual.
- Comparar los resultados obtenidos con los de la norma INEN 1108:2014, 5ta. Revisión Requisitos Agua Potable.

### **1.4 Justificación**

El proyecto en estudio identifica los más importantes acontecimientos que ocasionan complicaciones y óbices en los programas de desinfección rural e intradomiciliario, cuyos factores concomitantes están relacionados con los aspectos técnicos, culturales, sociales, institucionales, económicos, políticos, etc.

La calidad del agua de consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que sirve como vehículo de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógeno al hombre.

La contaminación por bacterias, amebas y helmintos son los causantes de enfermedades importantes donde el suministro y la depuración del agua son insuficientes, por lo cual el agua es un vehículo de dispersión de dichas plagas que son ampliamente reconocidas por tanto se debe adecuar los sistemas de distribución y reducir la polución.

La salud humana se ve afectada en menor grado por aspectos químicos, no obstante la importancia de esta contaminación es considerable, sin embargo, la prioridad por afección bacteriológica causa un mayor impacto a nivel poblacional, por ello en zonas rurales o de bajos recursos donde el sistema de distribución de agua es deficiente o carece de control y mantenimiento por los entes respectivos pueden llegar a causar enfermedades relacionadas con el agua, mostrando elevados índices de prevalencia.

El consumidor debe tener presente que la responsabilidad total de la Calidad del agua no depende exclusivamente de quien ofrece el servicio, sino también del uso pertinente que disponga el usuario tales como el lavado de alimentos, la conservación del agua y la correcta disposición de desechos.

La idoneidad del agua debe estar acompañada de tres aspectos complementarios que en conjunto logran garantizar la buena salud del consumidor. Estos aspectos son: continuidad, cantidad, costo razonable, los cuales corresponden al proveedor, en cuanto al que recibe el servicio le concierne el buen uso del agua.

Estas actividades de apoyo deben ser realizadas a través de programas educativos y complementarios a las actividades propias del Abastecedor a fin de evitar la creencia e impresión de que la calidad de agua por sí sola, previene las enfermedades. (Joseli C. 2002)

## **1.5 Hipótesis**

Existe contaminación en la red Intradomiciliaria de agua por corrosión o falta de mantenimiento por tanto, también sucumbe el mal almacenamiento en tanques de tierra o elevados u otros medios de reserva, por proliferación de bacterias, contaminación cruzada y mala manipulación de los mismos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

La salubridad y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo y el bienestar humanos. Proporcionar acceso a agua salubre es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza. (OMS. 2017).

Como autoridad internacional en materia de salud pública y de calidad del agua, la OMS dirige los esfuerzos mundiales por prevenir la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua. Con ese fin, promueve la adopción por los gobiernos de reglamentación sanitaria y trabaja con sus asociados para fomentar las prácticas de gestión de riesgos eficaces entre los proveedores de agua, las comunidades y los hogares. (OMS. 2017).

En el simposio sobre calidad del agua en América Latina y el Caribe, celebrado en Buenos Aires en 1994, una de las conclusiones indicaba que cerca de 40% de los hogares de los países de América Latina y el Caribe reciben agua que se desinfecta en forma inadecuada o no se desinfecta en absoluto. (Vargas, 2002, p. 1).

Antes de la aparición del cólera en el Perú en el año 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua de consumo humano. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, prestándose mayor atención a los aspectos de vigilancia y control de los mismos. Muchos países se han visto motivados a ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad el agua de consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental para prevenir la transmisión

de las enfermedades del tipo gastrointestinal incluyendo el cólera. (Rojas V. 2002).

En agosto y septiembre de 1994, la División de Salud y Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud realizó una rápida evaluación sobre la situación de la desinfección de los sistemas de agua en América Latina y el Caribe. De los 23 países que respondieron, sólo 17 proporcionaron datos de forma adecuada. De la información obtenida se desprende que más de 91 millones de personas reciben agua sin desinfectar o con desinfección inadecuada. (Vargas, 2002, p. 1).

Posteriormente, en la reunión de expertos en medio ambiente de los países de la Cumbre de las Américas, realizado en Puerto Rico, 1995, se determinó a la calidad del agua como un elemento esencial para lograr la llamada “alianza para la prevención de la contaminación”. En esa reunión se propuso una serie de acciones para generar proyectos de cooperación, siendo uno de ellos la cloración, ya que constituye el método de desinfección mínimo que debe ser adoptado por los países de la Región. (Vargas, 2002, p. 1).

En la Reunión Regional sobre Calidad del Agua Potable, realizado en mayo de 1996 en Lima, Perú, se propuso establecer el Plan Decenal para el mejoramiento de la calidad del agua potable en América Latina y el Caribe. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, todavía existe una desconfianza hacia el consumo directo del agua de suministro en las zonas urbanas y rurales de los países. No existen datos estadísticos confiables en la Región sobre el porcentaje de población rural que tiene acceso a un agua segura; la apreciación de la OPS es que esa cifra es reducida. (Vargas, 2002, p. 1).

Según datos existen 77 millones de personas que carecen de acceso a agua potable: La región ha logrado grandes avances en las décadas recientes. El porcentaje de personas en Latinoamérica y el Caribe con servicios de agua potable se ha incrementado del 33 por ciento de la población en 1960 al 85 por ciento al año 2000, lo cual deja aún 77 millones de personas sin dicho servicio:

51 millones en las áreas rurales y 26 millones en las áreas urbanas. (World Water Council 4<sup>th</sup> World Water Forum – Commission Nacional Del Agua 2004).

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **2.2.1 El Agua Potable y Saneamiento Básico**

La OMS y el UNICEF monitorean en nombre del sistema de las Naciones Unidas los progresos realizados hacia la consecución de la meta 10 de los ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio). El Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) define el agua potable salubre y el saneamiento básico de la siguiente manera. (OMS. 2015).

Agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar. (OMS. 2015).

Uno tiene acceso al agua potable si la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización y si uno puede obtener de manera fiable al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia. (OMS. 2015).

Agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable. (OMS. 2015).

Por acceso de la población al agua potable salubre se entiende el porcentaje de personas que utilizan las mejores fuentes de agua potable, a saber: conexión domiciliaria; fuente pública; pozo de sondeo; pozo excavado protegido; surgente protegida; aguas pluviales. (OMS. 2015).

Saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio

y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada. (OMS. 2015).

### **2.2.2 Riesgo de consumir agua contaminada para la salud**

La propagación de enfermedades como el cólera, diarreas, disentería, hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis están relacionadas con la mala desinfección de las aguas producto de un servicio de agua insuficiente o en algunos casos hasta inexistente, también la deficiente gestión de los recursos hídricos exponen a estos riesgos a la población. Estas condiciones no solo afectan a la población en sus domicilios, el riesgo se extiende hasta centros sanitarios donde la salud es la prioridad y es lo que se espera recuperar. Un estudio a nivel mundial revela que pacientes hospitalizados contrajeron alguna infección, esta cifra aumenta en países de ingresos bajos. (Montalván E. 2018)

La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas conlleva que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente. (OMS. 2018)

### **2.2.3 Consecuencias económicas y sociales**

El esfuerzo y el tiempo es menor cuando se ha mejorado la fuente de abastecimiento, lo cual es aprovechado en otras actividades que aumentan la productividad. La mejora en las redes de abastecimiento influye en el gasto social y económico por tanto se ve reducido también el coste en el mantenimiento sanitario, ya que la población tiene menor probabilidad de contraer algún trastorno e incurrir en tratamiento médico, este resultado lleva a una mayor productividad colectiva.

Dado que los niños corren especial riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el agua, el acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua puede tener como resultado un ahorro del tiempo que pasan recogiendo

agua y una mejora de su salud y, por tanto, un mayor índice de asistencia a la escuela, con las consecuencias positivas a largo plazo para sus vidas que ello conlleva. (OMS. 2018)

#### **2.2.4 Beneficios del Control de Calidad y la Vigilancia**

**Mejoramiento del servicio.** El monitoreo continuo de la calidad del agua lleva a asegurar que el sistema de distribución como un todo, opere satisfactoriamente proporcionando un producto que cumpla con las normas de calidad del agua de consumo humano. (Rojas R. 2002)

**Rehabilitación del sistema.** De igual modo que en el caso anterior, el control de calidad permite identificar áreas del sistema de abastecimiento de agua con problemas graves y que normalmente coinciden con la necesidad de intervenciones correctivas. (Rojas R. 2002)

**Capacitación** Muchas veces la re-contaminación del agua de consumo humano es consecuencia de las actividades del mismo abastecedor, principalmente durante la operación o mantenimiento del sistema de distribución. La causa principal es la falta de conocimientos, por parte del personal responsable, acerca de los procedimientos sanitarios que permitan conservar y preservar la calidad del agua dentro del sistema de distribución. (Rojas R. 2002)

#### **2.2.5 Factores que afectan la Calidad del Agua**

El cambio climático, el aumento de la escasez de agua, el crecimiento de la población, los cambios demográficos y la urbanización ya suponen desafíos para los sistemas de abastecimiento de agua. De aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. La reutilización de las aguas residuales para recuperar agua, nutrientes o energía se está convirtiendo en una estrategia importante. Los países están utilizando cada vez más las aguas residuales para regar: en los países en desarrollo, esto representa el 7% de las tierras de regadío. Si bien esta práctica plantea riesgos para la salud, la gestión segura de las aguas residuales puede aportar múltiples, como el aumento de la producción de alimentos. (OMS. 2018)

Las aguas residuales y subterráneas tendrán mayor prevalencia como fuente de abastecimiento para agua potable y de riego. Lo que conllevará a la variación de la cantidad de agua de lluvia recogida todo dependiendo del cambio climático. Por consiguiente todos los procesos de obtención de agua inocua para el consumo deberán de ser mejorados para garantizar el bienestar y la salud de la población.

### **2.2.6 Diferencia entre Control de Calidad y Vigilancia**

La vigilancia puede definirse como “la continua y vigilante evaluación e inspección sanitaria de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas públicos y privados de abastecimiento del agua de consumo humano desde el punto de vista de la salud pública”. (Vargas C. 2002)

A su vez, el control de la calidad de agua ha sido definido como “la evaluación continua de las características del agua en la fuente, planta de tratamiento y sistema de distribución, así como de la seguridad del sistema de abastecimiento de agua propiamente dicho (fuente, planta y red de distribución) a fin de cumplir con las normas nacionales o institucionales de la calidad del agua de consumo humano. (Vargas C. 2002)

La Organización Mundial de la Salud (1986), recomienda para la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano la evaluación de: calidad, cantidad, cobertura, conveniencia y continuidad del servicio. Posteriormente, estos conceptos fueron ampliados y hoy en día se considera además el costo. A su vez, el indicador calidad ha sido dividido en: a) evaluación de la calidad del agua, e b) inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua. (Vargas C. 2002)

### **2.2.7 Elementos del programa de vigilancia de calidad**

La OMS (1976) ha definido tres elementos que todo programa de vigilancia debe contener. Los referidos elementos también resultan aplicables al caso de control de calidad:

- **Inspección técnica o inspección sanitaria.** La inspección sanitaria es una actividad que permite identificar los posibles problemas y fuentes de contaminación e intenta proporcionar un rango de información y la identificación de problemas potenciales de contaminación.(Vargas C. 2002)
- **Evaluación física, química, microbiológica y biológica del agua de consumo humano.** Esta evaluación permite investigar las características de la calidad del agua y define la aceptabilidad de ella para consumo humano. (Vargas C. 2002)
- **Evaluación institucional.** Está relacionada con los aspectos de gerencia y operacional del abastecedor y con el grado de apoyo a las actividades de control de calidad. (Vargas C. 2002)

### 2.2.8 Campos de actuación

Los campos de actuación para el control de la calidad del agua de consumo humano son:

- **Fuente.** La fuente de abastecimiento de agua puede tener influencia en la salud de los consumidores y debe prestarse especial atención en cuanto a calidad, protección y tratabilidad. Las fuentes están representadas por la cuenca hidrográfica de los ríos, lagos, embalses, pozos, galerías de infiltración y manantiales. (Vargas C. 2002)
- **Planta de tratamiento.** La eficiencia de la planta de tratamiento está influenciada por la calidad del agua cruda y especial atención debe ser dada a su operación, principalmente en los casos en que las fuentes se encuentran altamente contaminadas. (Vargas C. 2002)
- **Sistema de distribución de agua.** Existe la necesidad particular de proteger la calidad sanitaria del agua de consumo humano a fin de asegurar que ella satisfaga las normas físico-químicas y bacteriológicas.

A este respecto se considera la operación y evaluación de los componentes del sistema de distribución (reservorios, cámaras de bombeo y surtidores), y sistema de distribución propiamente dicho. Esta actividad se efectúa en cada una de las zonas de abastecimiento de agua que se identifiquen durante la etapa de zonificación. (Vargas C. 2002)

- **Intradomiciliario.** Normalmente, este aspecto no se considera dentro de los programas de control de calidad en vista de que la responsabilidad del abastecedor solamente alcanza hasta el límite de propiedad del consumidor. Sin embargo, muchas veces resulta beneficioso para el abastecedor la realización de evaluaciones a nivel Intradomiciliario, a fin de dilucidar responsabilidades. Este aspecto debe ser considerado en el programa de vigilancia. (Rojas R. 2002)

### **2.2.9 Aspectos Microbiológicos**

Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua se tienen a las bacterias y virus y en menor cuantía a los protozoos y helmintos. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución, lo que explica que su supervivencia en el medio ambiente así como su resistencia a los procesos de tratamiento, difieran significativamente. (Joselito C. 2002)

### **2.2.10 Transmisión de bacterias patógenas**

Las bacterias patógenas que contaminan el agua y causan enfermedades se encuentran en las excretas de los seres humanos y de los animales de sangre caliente (mascotas, ganado y animales silvestres). Pueden transmitirse a través del agua, de los alimentos, de persona a persona y de animales a seres humanos. Las bacterias que más afectan la salud pública son *Vibrio cholerae*, causante del cólera; *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* y *Yersinia enterocolitica*, causantes de gastroenteritis agudas y diarreicas; *Salmonella typhi*, que produce fiebres tifoideas y paratifoideas; y *Shigella*, causante de disentería. (OPS. 2002)

La contaminación cruzada se da; de persona/producto, animales/producto, persona/persona, por lo que es primordial tener conocimiento de las formas básicas de desinfección y de mantenimiento hacia la red pública e interna de las viviendas, los individuos con afecciones como diarrea e infecciones gastrointestinales eliminan en sus excretas un número elevado de Coliformes: 100 millones de bacterias de *Escherichia coli*, 10 millones de bacterias de *Campylobacter jejuni*, 1 millón de bacterias de *Salmonella typhi*, y 1 millón de bacterias de *Vibrio cholerae*. (Water Sanitation Health, 2008).

Las aguas residuales infectadas por estas bacterias llegan al sistema hídrico de distribución de agua potable mediante el drenaje de lluvias, los desechos resultantes de Industrias de carne de ganado y aves. En los sectores rurales, la praxis de la excreción de desechos fecales a campo abierto es una causa de polución hacia las aguas superficiales. (Water Sanitation Health, 2008).

Los microorganismos patógenos figuran un severo riesgo para la salud de la población y es preeminente expeler del agua de consumo humano, ya que la ingesta de este producto daría paso a un contagio con secuelas preponderantes hacia la salud de los individuos. (Water Sanitation Health, 2008).

Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana. Por estos motivos, para garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo no puede confiarse únicamente en la realización de análisis del producto final, incluso si se realizan con frecuencia. (Water Sanitation Health, 2008).

### **2.2.11 Aspectos Químicos**

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. (Water Sanitation Health, 2008).

No se ha registrado afecciones por componentes químicos como resultado de una exposición aislada que degrade la salud humana, sin embargo, en el caso de un accidente en donde se eleven las concentraciones de estos químicos presentes en el agua el resultado sería una contaminación masiva provocando estragos a nivel químico en la población. (Water Sanitation Health, 2008).

Además, la experiencia demuestra que en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o aspecto inaceptables. (Water Sanitation Health, 2008).

En situaciones en las que no es probable que una exposición de corta duración perjudique la salud, suele ser más eficaz concentrar los recursos disponibles para medidas correctoras en la detección y eliminación de la fuente de contaminación que en instalar un sistema caro de tratamiento del agua de consumo para la eliminación del componente químico. (Water Sanitation Health, 2008).

Puede haber numerosos productos químicos en el agua de consumo; sin embargo, sólo unos pocos suponen un peligro inmediato para la salud en cualquier circunstancia determinada. La prioridad asignada a las medidas de monitoreo y de corrección de la contaminación del agua de consumo debe gestionarse de tal modo que se evite utilizar innecesariamente recursos escasos para el control de contaminantes químicos cuya repercusión sobre la salud es pequeña o nula. (Water Sanitation Health, 2008).

La exposición a concentraciones altas de fluoruro, de origen natural, puede generar manchas en los dientes y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante. De modo similar, el agua de consumo puede contener arsénico de origen natural y una exposición excesiva al mismo puede ocasionar un riesgo significativo de cáncer y lesiones cutáneas. Otras sustancias de origen natural, como el uranio y el selenio, pueden también ocasionar problemas de salud cuando su concentración es excesiva. La presencia de nitratos y nitritos puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales por lo que se ha asociado con la meta hemoglobinemia, sobre todo en lactantes alimentados con biberón. (Water Sanitation Health, 2008).

En el caso de aguas con una elevada acidez son corrosivas y pueden desprender ciertas sustancias químicas propias de las cañerías, por otro lado la utilización de una red con accesorios o soldaduras a base de plomo eleva las concentraciones en agua de este elemento, causando efectos crónicos como intoxicaciones, cáncer y trastornos neurológicos desfavorables. (Water Sanitation Health, 2008).

Se han calculado valores de referencia para muchos componentes químicos del agua de consumo. Un valor de referencia representa normalmente la concentración de un componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida. Algunos valores de referencia se han fijado con carácter provisional basándose en la concentración alcanzable mediante tratamiento y la capacidad de detección analítica. (Water Sanitation Health, 2008).

#### **2.2.12 Aspectos relativos a la aceptabilidad**

Los aspectos organolépticos del agua deben ser agradables al consumidor, ya que estos evalúan el agua por medio de los sentidos como el olfato, el gusto y la vista. La forma en que el consumidor estima la calidad del agua no es fiable ni definitiva, ya que la carga microbiana puede no afectar el olor, sabor y su aspecto. (Water Sanitation Health, 2008).

Esto supone un problema ya que pueden aceptar agua contaminada por dejarse guiar por su aspecto o pueden rechazar agua inocua pero que sea reprobable por su apariencia. (Water Sanitation Health, 2008).

Es, por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas. (Guía de Calidad del Agua. 2008)

Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden señalar cambios en la calidad del agua bruta o cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse. (Water Sanitation Health, 2008).

### **2.2.13 Importancia de los parámetros químicos a analizar**

- **Parámetros químicos**

- **pH.** Es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Ésta medida es necesaria porque muchas veces no es suficiente decir que el agua está caliente, o en ocasiones, no es suficiente decir que el jugo de limón es ácido, al saber que su pH es 2.3 nos dice el grado exacto de acidez. Se necesita ser específico. (Gonzales C., 2011)
- Los números a partir del 0 al 7 en la escala indican las soluciones ácidas, y 7 a 14 indican soluciones alcalinas. Cuanto más ácida es una sustancia, más cercano su pH estará 0; cuanto más alcalina es una sustancia, más cercano su pH estará 14. (Gonzales C., 2011)
- Que el agua que entra en las viviendas y que se ingiere tenga un pH estable es de suma importancia. Si el pH es inferior a 7, en la práctica a menudo solo lo notamos en el sabor o cuando se hace visible en forma de corrosión en las tuberías de metal

o uniones metálicas en las tuberías domésticas (típica decoloración azul en las incrustaciones). (Gonzales C., 2011)

- **Turbiedad**

- La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. Medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua. Mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. (Gonzales C. 2011). Si el agua contiene lodo, las bacterias se pueden esconder dentro del mismo y no son alcanzadas por el cloro.

- **Cloro libre Residual.-**

- El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. (OMS/OPS 2009)
- Cuando se añade cloro, éste purifica el agua al destruir la estructura celular de los organismos, lo cual los elimina. Sin embargo, este proceso sólo funciona si el cloro entra en contacto directo con los organismos. (OMS/OPS 2009)
- El cloro necesita cierto tiempo para destruir todos los organismos. En agua a una temperatura mayor de 18°C, el cloro debe estar en contacto con el agua, al menos, durante 30 minutos. Si el agua está más fría, el tiempo de contacto se debe incrementar. (OMS/OPS 2009)
- Por esta razón, es normal que se le añada cloro al agua apenas se introduce en el tanque de almacenamiento o en una tubería larga de distribución, para darle tiempo a que el producto químico

reaccione con el agua antes de llegar al consumidor. (OMS/OPS 2009)

- La efectividad del cloro también se ve afectada por el pH (acidez) del agua. La cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7,2 o menor de 6,8. (OMS/OPS 2009)

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Lugar de la investigación**

Cerró San Eduardo, Coop. Virgen del Cisne de la ciudad de Guayaquil - Ecuador

##### **3.1.2 Periodo de investigación**

La investigación fue realizada en un período de 6 meses. Antes de realizar el muestreo se hizo un recorrido de la zona para seleccionar los sitios de muestreo que se ajustaran a los puntos a tratar en la investigación. Luego de esto se procede al muestreo el cual se llevó a cabo en dos campañas, esto se hizo con el propósito de recolectar muestras en diferentes temporadas.

##### **3.1.3 Tipo de Investigación**

**Observacional.** Mediante la cual se observan resultados colorimétricos y microbiológicos con análisis externos, aspectos visuales de almacenamiento y cuidados con el agua de consumo humano.

##### **3.1.4 Diseño de la Investigación**

**No Experimental.-** Se realizaron análisis In Situ, determinación de pH, Cloro libre residual y en el laboratorio parámetros de Coliformes Totales y Fecales, para dar una amplia visión de la situación salobre del agua que abastece a las viviendas en el sector estudiado, considerándose esta investigación no experimental.

### 3.1.5 Universo

Para llevar a cabo la investigación se delimitó una zona de aproximadamente 56800 m<sup>2</sup> en los cuales se encuentran contenidos 12 manzanas, se tomará dos muestras por cada dos manzanas, la primera proveniente de la llave más cercana al medidor, es decir, la externa al domicilio, que va a representar a la red principal propiedad de la empresa abastecedora de agua, y la segunda será tomada de una llave interna, es decir, la red interna de la vivienda.

### 3.1.6 Muestra

Se delimitó el estudio en un Área de 56875 m<sup>2</sup> que es la que corresponde a la Cooperativa Virgen del Cisne ubicada en Cerro San Eduardo, Guayaquil – Ecuador, con la ayuda de varias visitas al sector se pudo realizar un conteo de aproximadamente 204 viviendas de entre 4 a 5 habitantes en cada una, dando una media poblacional de 918 habitantes.

Según la norma técnica INEN 1108:2014 requisitos de agua potable el tamaño de la muestra se da de la siguiente manera:

*Tabla 1 Muestreo*

Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	180 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Gulas para la calidad del agua potable 3ra. Ed. (incluido el 1er. Adendum) 2006; Capítulo 4 numeral 4.3.4 cuadro 4.5

**Fuente:**(NTE INEN 1 108:2014: 5ta. Revisión)

### 3.1.6.1 Conservación

#### Tipos de recipientes

- Es muy importante escoger y preparar los recipientes. (NTE INEN 2169:2013)
- El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:
  - Ser causa de contaminación por lixiviación de componentes inorgánicos de recipientes de vidrio (por ejemplo: los de borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio), metales y compuestos orgánicos de los plásticos. Algunas tapas coloreadas pueden contener niveles significativos de metales pesados. (NTE INEN 2169:2013)
  - Absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras). (NTE INEN 2169:2013)
  - Reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio). (NTE INEN 2169:2013)
  - Tener una superficie a la cual no se puedan aplicar métodos de limpieza y tratamiento con la finalidad de reducir la contaminación de la muestra por trazas de constituyentes como metales pesados o radionúclidos. (NTE INEN 2169:2013)
- El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades foto sensitivas considerablemente. (NTE INEN 2169. 2013)
- Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada. (NTE INEN 2169. 2013)

- Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas órgano clorado. (NTE INEN 2169:2013)
- Las muestras en blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado. (NTE INEN 2169:2013)
- Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.
- Otros factores a ser considerados son la resistencia a temperaturas extremas, resistencia a la rotura, facilidad de sellado y apertura, tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, potencia para re uso y limpieza. (NTE INEN 2169:2013)

Sin embargo en el proceso de muestreo de este proyecto se usaron bolsas estériles con tiosulfato de sodio para eliminar las trazas de cloro y así evitar la interferencia al momento de realizar los análisis microbiológicos.

### **3.1.6.2 Recolección de la Muestra**

Para llevar a cabo el muestreo se lo hicieron en dos campañas, la primera efectuándose el día 15 de enero del 2018 y la segunda el día 5 de julio del 2018. En dichos resultados no se halló una importante contaminación ya sea física, química o microbiológica, las diferentes técnicas utilizadas para el muestreo fueron las que se indican en el Método Estándar sugerido por la NTE INEN 1108:2014.

Las muestras fueron recolectadas y tratadas bajo normativa y bajo protección adecuada para evitar inconvenientes en los resultados, se tomó en cuenta la temperatura de conservación y de transporte al laboratorio, los parámetros químicos fueron realizados In Situ por su viabilidad, en donde los resultados de cada toma cumplen con lo indicado en la documentación inherente al control de la Calidad de Agua en el país.

### **3.1.6.3 Procedimiento de Toma de muestra**

- Limpiar la llave con papel absorbente.
- Desinfectar la llave con una torunda de algodón embebido en alcohol antiséptico.
- Flamear la llave.
- Abrir y dejar correr el agua por 1 – 2 minutos.
- Preparar las bolsas estériles de 100 ml.
- Rotular correctamente.
- Quitar el sello de seguridad.
- Abrir la bolsa y llenar hasta el enrase de 100 ml.
- Cerrar de tal manera que no quede aire en el interior de la bolsa.
- Almacenar a una temperatura adecuada.
- Llevar un registro de la temperatura de almacenamiento cada 30 minutos.

### **3.1.6.4 Transporte de las muestras**

- Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte. (NTE INEN 2169:2013)
- El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación. (NTE INEN 2169:2013)

- Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable. (NTE INEN 2169:2013).
- Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista. (NTE INEN 2169:2013).
- Recepción de las muestras en el laboratorio.
- Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido. (NTE INEN 2169:2013)
- Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros. (NTE INEN 2169:2013)
- En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra. (NTE INEN 2169:2013).

### **3.1.7 Materiales**

- Fundas Thiobag (Fundas estériles con tiosulfato).
- Torundas de algodón.
- Pinzas quirúrgicas.
- Hielera.
- Guantes quirúrgicos.
- Marcador.
- Encendedor.

### **3.1.8 Equipos**

- Colorímetro para pH y Cloro libre residual.
- Turbidímetro.
- Termómetro digital.

### **3.1.9 Reactivos**

- ORTO – Ortotoluidina.
- Rojo fenol.
- Alcohol antiséptico.
- Hielo seco.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Ensayos microbiológicos**

Para el análisis microbiológico los análisis realizaron en un laboratorio privado, el cual utilizo el método de filtración por membrana.

La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45  $\mu\text{m}$ , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo. (Navarro M.2007)

### **3.2.2 Ensayos fisicoquímicos**

Para la medición de cloro libre y pH se usó un kit colorimétrico in situ, el cual mediante observación de colores arroja un dato cualitativo de pH y para la medición de la turbidez se utilizó un turbidímetro, este análisis fue hecho en laboratorio privado.

- **Cloro libre:** En presencia de cloro elemental ( $\text{Cl}_2$ ) la Ortotoluidina reacciona formando un complejo de color amarillo, cuya intensidad es directamente proporcional al contenido de cloro elemental presente en la muestra. (Moreno F., López R. 1991)
- **pH.** Se añaden 3 gotas de rojo de fenol cambia de amarillo a rojo al aumentar el pH. Su rango es de 6.8 - 8.4. (García D. 2018)
- **Turbidez:** El método normalizado para la determinación de turbiedad se ha realizado con base en el turbidímetro. La mayoría de los turbidímetros comerciales diseñados para medir baja turbiedad dan comparativamente buenos resultados de intensidad de luz dispersa en una dirección particular, predominantemente en ángulos rectos de luz incidente. Los turbidímetros con detectores de luz dispersa localizada a  $90^\circ$  del haz incidente son llamados nefelómetros. Su precisión, sensibilidad y aplicabilidad sobre un rango de turbiedad amplio hace que el método nefelométrico sea preferible a los métodos visuales. El reporte de los resultados de las mediciones nefelométricas se hace como unidades de turbiedad nefelométrica (NTU). (Carpio T. 2007)

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados de ensayos

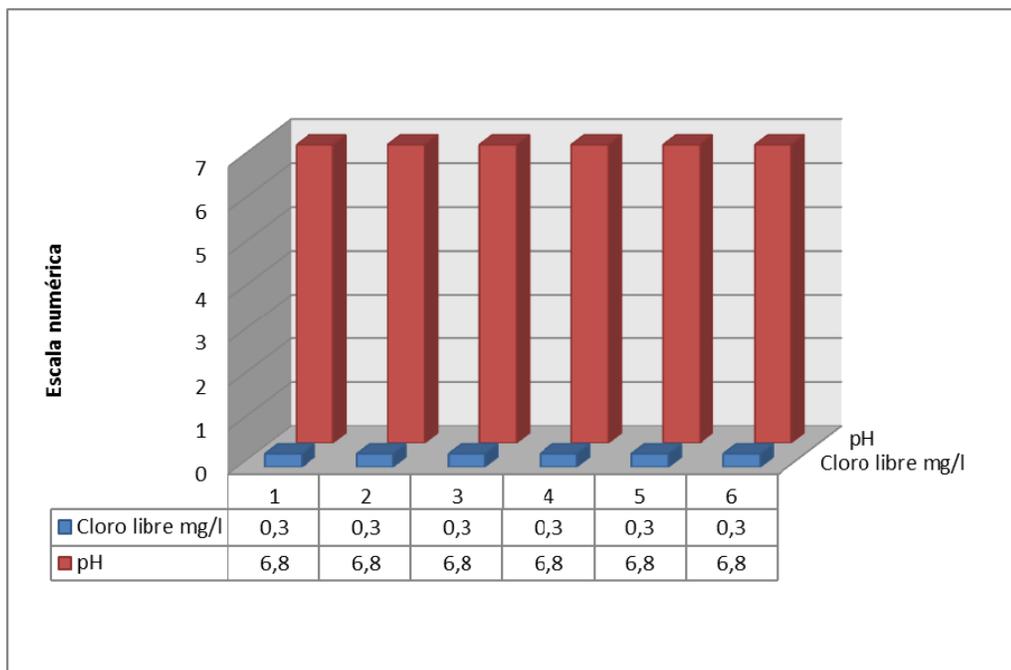
*Tabla 2* Parámetros Físico-Químicos

Nº Muestra	Dirección Domiciliaria	Lugar de muestreo	Cloro libre mg/L L. max: 0,3-1,5	pH	Turbidez NTU L. max: < 5
<b>PRIMERA CAMPAÑA 15-ene-18</b>					
<b>1</b>	Mz. 683 sol. 24B	Llave externa	0.3	6.8	1.43
		Cocina	0.3	6.8	1.81
<b>2</b>	Mz. 674 sol. 08	Llave externa	0.3	6.8	1.57
		Cocina	0.3	6.8	1.43
<b>3</b>	Mz. 680 sol. 04	Llave externa	0.3	6.8	1.30
		Cocina	0.3	6.8	1.87
<b>4</b>	Mz. 682 sol. 23	Llave externa	0.3	6.8	1.17
		Cocina	0.3	6.8	1.36
<b>5</b>	Mz. 688 sol. 31	Llave externa	0.3	6.8	1.23
		Cocina	0.3	6.8	1.99
<b>6</b>	Mz. 670 sol. 07 B	Llave externa	0.3	6.8	2.81
		Cocina	0.3	6.8	1.53
<b>SEGUNDA CAMPAÑA 05-jul-18</b>					
<b>1</b>	Mz. 683 sol. 24B	Llave externa	0.3	6.8	2.56
		Cocina	0.3	6.8	2.26
<b>2</b>	Mz. 674 sol. 08	Llave externa	0.3	6.8	1.69
		Cocina	0.3	6.8	1.19
<b>3</b>	Mz. 680 sol. 04	Llave externa	0.3	6.8	1.69
		Cocina	0.3	7.6	0.93
<b>4</b>	Mz. 682 sol. 23	Llave externa	0.3	6.8	0.64
		Cocina	0.3	6.8	1.11
<b>5</b>	Mz. 688 sol. 31	Llave externa	0.3	6.8	1.01
		Cocina	0.3	6.8	0.61
<b>6</b>	Mz. 670 sol. 07 B	Llave externa	0.3	6.8	0.76
		Cocina	0.3	6.8	1.16

**Fuente:** (García D., Montalván E. 2018)

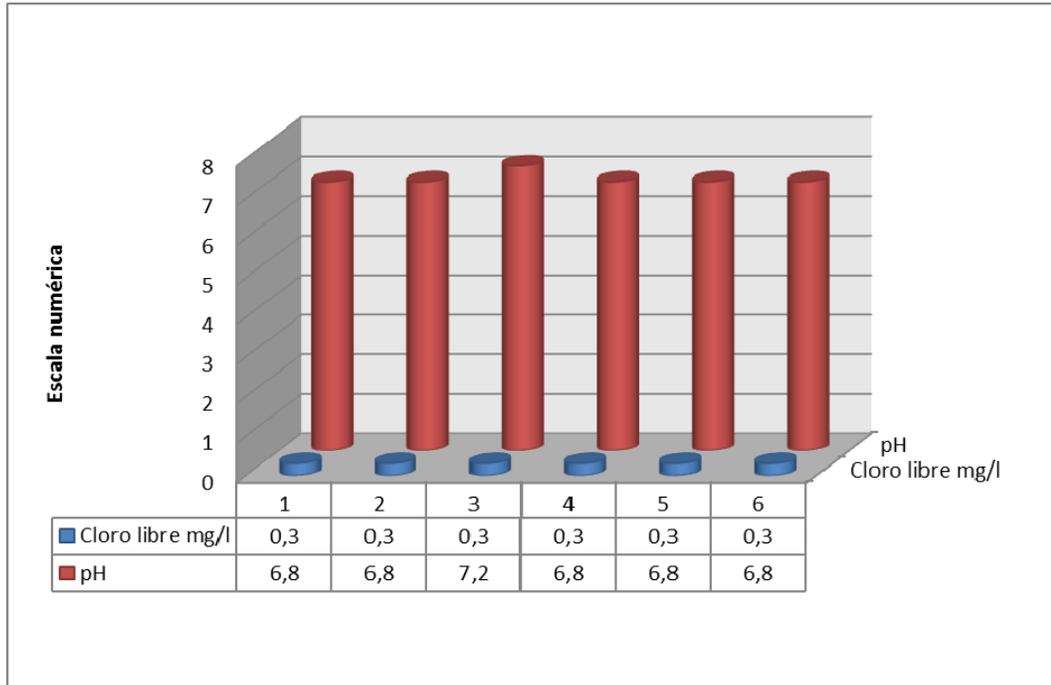
Los parámetros Físico-Químicos de pH y cloro libre residual en las dos campañas, dan a conocer que los datos en escala de pH y mg/L respectivamente, se encuentran dentro de los rangos que declara la Norma INEN 1108:2014; en cuanto a los resultados de turbiedad, el promedio de las 12 muestras es de 1,46 NTU, dicho valor también se encuentra dentro de los requerimientos sujetos a la normativa, por lo tanto la red de distribución de agua potable y el mismo producto es apto para su consumo.

Ilustración 1 Ensayo de cloro libre y pH (primera campaña)



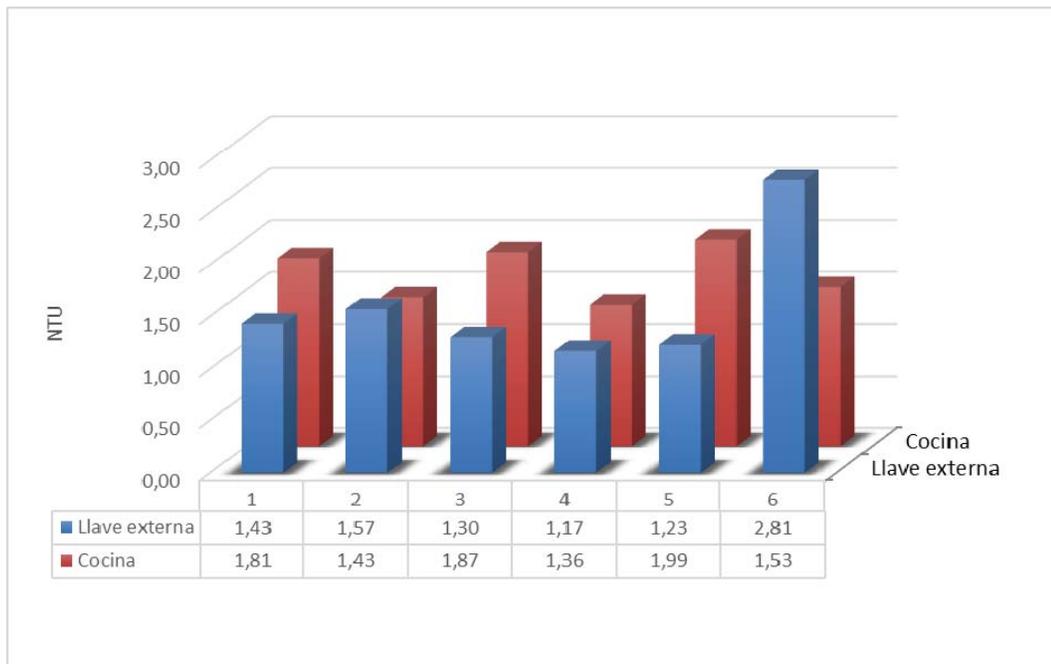
Fuente: (Montalván E. 2018)

Ilustración 2 Ensayo de cloro libre y pH (segunda campaña)



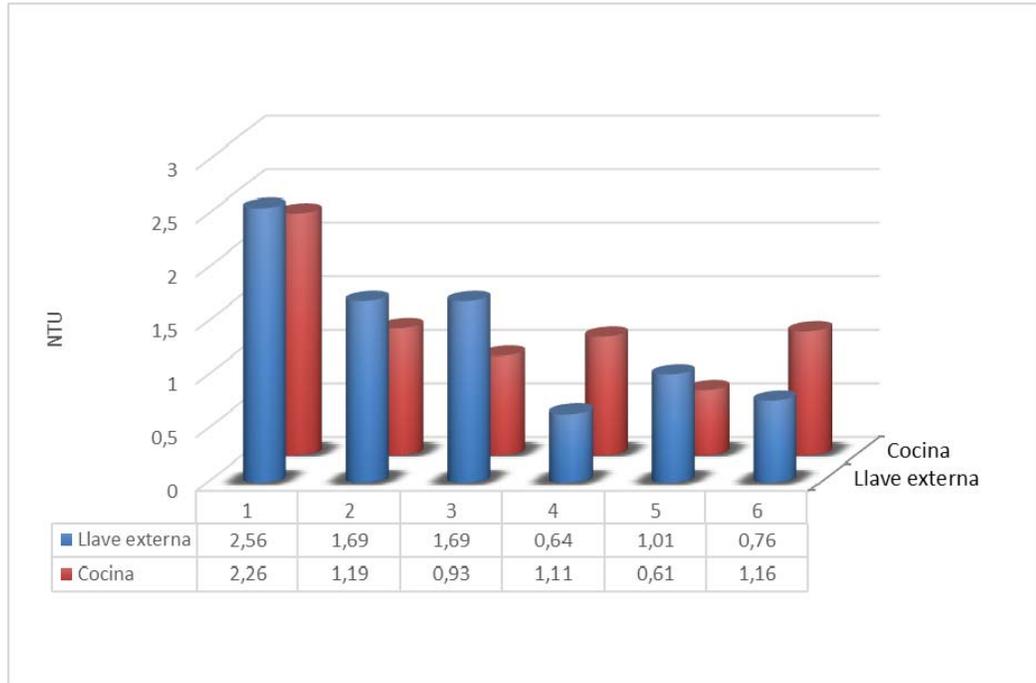
Fuente: (Montalván E. 2018)

Ilustración 3 Ensayo de turbiedad (primera campaña)



Fuente: (Montalván E. 2018)

Ilustración 4 Ensayo de turbiedad (segunda campaña)



Fuente: (Montalván E. 2018)

Tabla 3 Ensayos Microbiológicos - Primera Campaña

Fecha de Análisis: 15-ENE-18

Condiciones Ambientales:		Temperatura: 18°C a 25°C	Humedad Relativa: 40% - 55%	
MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO L. max: < 1
M1A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M1B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M2A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M2B	Coliformes totales	UFC/100 ml	1.0 x 10 <sup>1</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M3A	Coliformes totales	UFC/100 ml	7 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M3B	Coliformes totales	UFC/100 ml	1.1 x 10 <sup>1</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M4A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M4B	Coliformes totales	UFC/100 ml	4 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M5A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M5B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M6A	Coliformes totales	UFC/100 ml	2 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M6B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>

Fuente (García D., Montalván E. 2018)

Tabla 4 Ensayos Microbiológicos - Segunda Campaña

Fecha de Análisis: 05-jul-18				
Condiciones Ambientales:		Temperatura: 18°C a 25°C		Humedad Relativa: 40% - 55%
MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO
M1A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M1B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M2A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M2B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M3A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M3B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M4A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M4B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M5A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M5B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M6A	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>
M6B	Coliformes totales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	-----
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	< 1 x 10 <sup>0</sup>	< 1 x 10 <sup>0</sup>

Fuente: (García D., Montalván E. 2018)

En los análisis microbiológicos realizados en la Primera Campaña se destacan algunos valores de formación de Colonias que según la NTE INEN 1108:2014 no están sujetos a cifras referenciales de Coliformes Totales.

En la Segunda Campaña el análisis de Coliformes de todas las muestras salieron negativas.

Ilustración 5 Ensayos microbiológicos - primera campaña

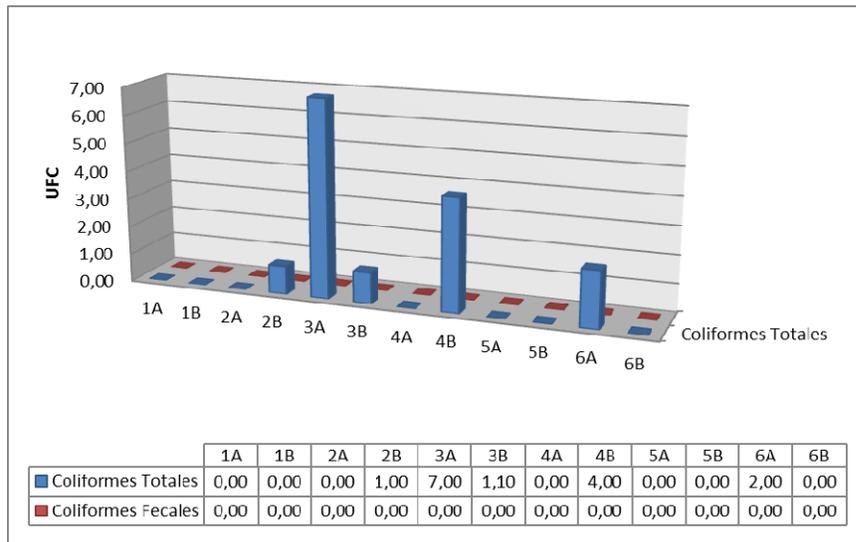
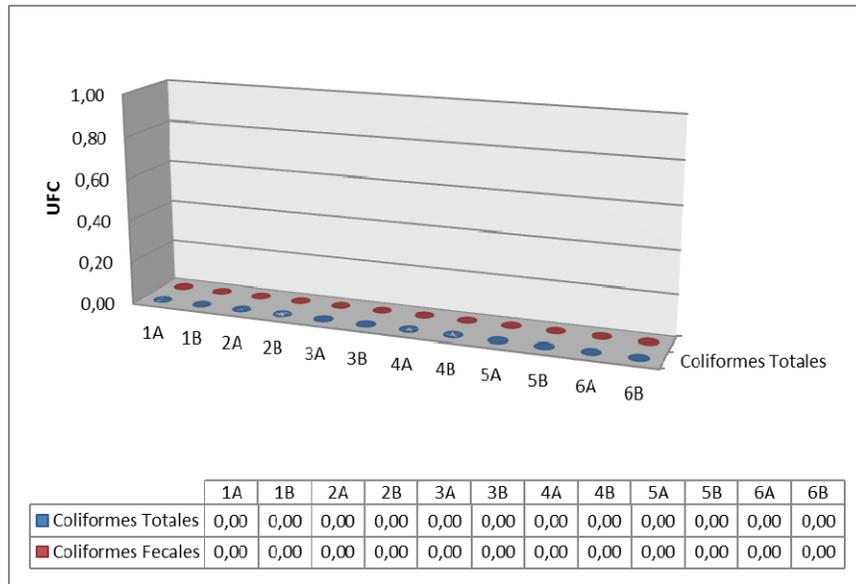


Ilustración 6 Ensayos microbiológicos - segunda campaña



## 4.2 Resultados de encuesta

Se realizó una encuesta con la intención de reflejar datos del manejo y conservación del agua por parte del consumidor.

Tabla 5 Encuesta

Preguntas	Casa 1	Casa 2	Casa 3	Casa 4	Casa 5	Casa 6
¿Posee lugares de almacenamiento externo de agua?	sí	no	no	no	sí	no
¿Limpia y desinfecta los sitios donde almacena agua?	no	-	-	-	sí	-
¿Conoce el estado actual de las tuberías de su domicilio?	no	no	no	sí	no	no
¿Ha percibido algún sabor o coloración extraña en el agua?	no	no	sí	no	no	no
¿En los últimos meses ha sido afectado por alguna enfermedad gastrointestinal?	no	sí	sí	no	no	no
¿Hierbe el agua antes de consumirla?	sí	sí	sí	sí	no	no

La encuesta refiere al conocimiento del manejo, uso y almacenamiento del agua potable, en el cual, la media poblacional no conoce el estado de la red de distribución intradomiciliaria, lo que causa un deterioro progresivo en las tuberías que se ve reflejado en las características organolépticas del agua.

## CONCLUSIONES

En conclusión el sistema de distribución de agua que se encuentra en la Cooperativa Virgen del Cisne, cumple con los parámetros que establece la normativa y se descartó una posible contaminación proliferante en la red interna de las viviendas y por tanto se encuentra libre de enfermedades causadas por agentes patógenos, a pesar de ser una zona rural y de bajos recursos económicos.

El valor menor a 1 UFC (Unidad formadora de Colonia) indica ausencia de Coliformes; en todas las muestras provistas del sector estudiado no existe contaminación por Coliformes Totales y Fecales por tanto cumple con los requisitos de la NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable.

Según la NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable, los valores obtenidos en las muestras analizadas con respecto al pH y la Turbiedad cumplen con los requerimientos especificados.

El Cloro libre Residual en todas las muestras analizadas se encuentra dentro de los parámetros referenciales sugeridos en la NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable siendo 0.3 su valor constante.

Los análisis Físico-químicos y microbiológicos del agua cumplen con los requisitos especificados en la NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable, por tanto se demostró que no existe una contaminación importante en el sistema de distribución o red pública e interna de los domicilios con respecto a la Calidad del Agua.

## **RECOMENDACIONES**

Se debe tomar en cuenta que la escasa desinfección o el inadecuado tratamiento del agua de consumo humano tanto química y microbiológicamente, afectan severamente la salud pública, causando afecciones que desfavorecen a la población.

Basándose en la encuesta realizada la mayoría de la población desconoce en gran medida el estado de las redes intradomiciliarias que pueden socavar el estado óptimo del agua que recibe cada vivienda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

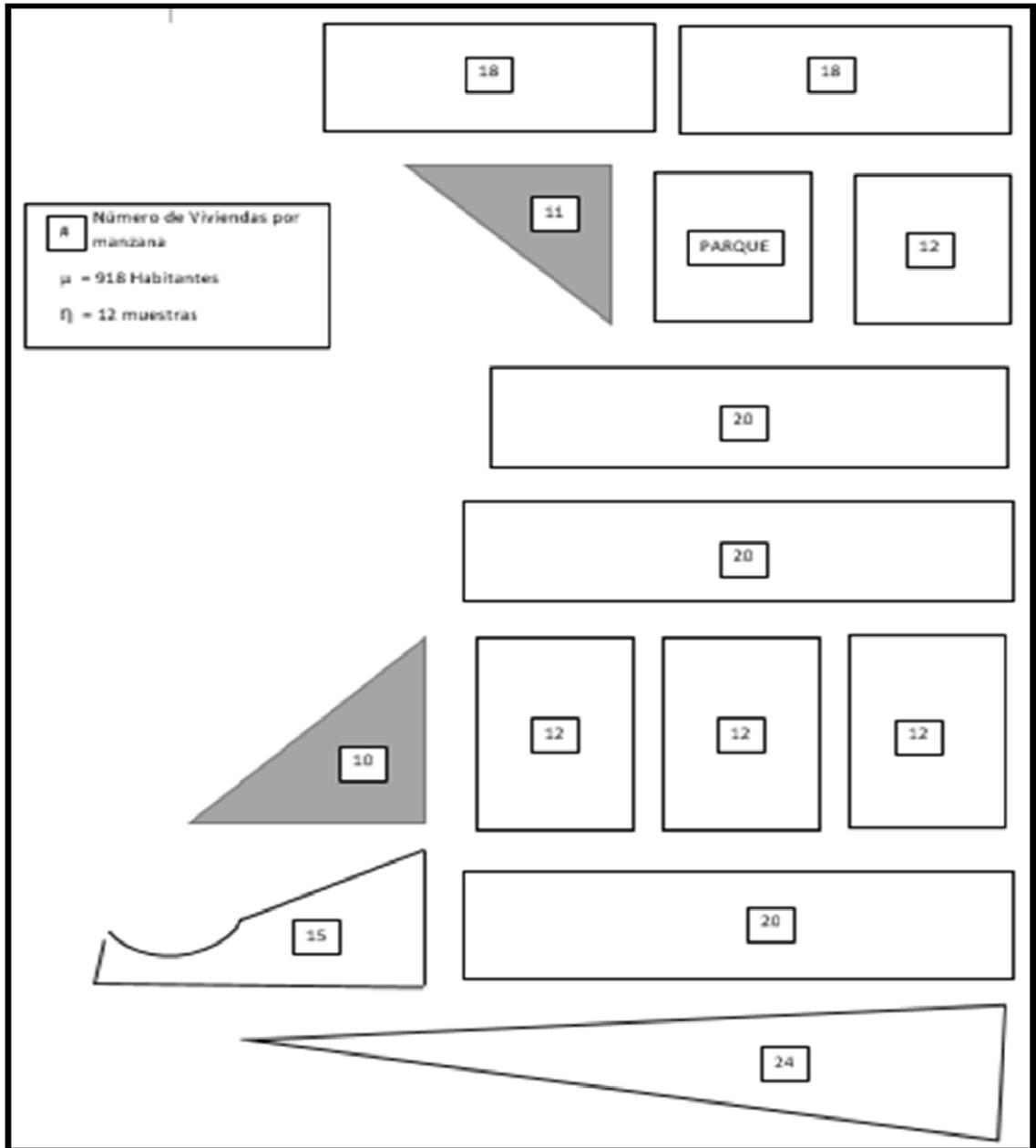
1. Vargas C. (2002). Fallas y problemas en la desinfección rural. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen3.pdf>
2. Houbron E. (2010). Calidad del Agua. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9652>
3. NTE INEN 2169:2013 (2013). Agua, Calidad de agua, muestreo, manejo y conservación de muestras. Recuperado de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2169-1.pdf>
4. C. Vargas G., R. Rojas V., J. Joseli C. (2002). Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de consumo humano. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>
5. OMS, Organización Mundial de la Salud (2018). Agua. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
6. OMS, Organización Mundial de la Salud (2015). Agua, saneamiento y salud. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)
7. OPS/OMS (2002). Prevención de Enfermedades Transmitidas por el Agua. Recuperado de <http://www.panalimentos.org/comunidad/educacion1.asp?cd=323&id=102>
8. Water Sanitation Health, (2008). Guía para la Calidad de Agua potable. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_1.pdf)
9. Gonzales C. (2011). La turbidez. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-859/maguaturbidez.pdf>

10. Gonzales C. (2011). El pH. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>
11. OMS, Organización Mundial de la Salud (2017). Salubridad y calidad del agua. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/)
12. World Water Council 4<sup>th</sup> World Water Forum – Comisión Nacional Del Agua (2004). Problemas del agua en Latinoamérica Recuperado de [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/News/WWC\\_News/water\\_problems\\_es\\_22.03.04.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/News/WWC_News/water_problems_es_22.03.04.pdf)
13. OMS/OPS (2009). Medición de Cloro Residual en el agua. Guía técnica sobre el saneamiento, agua y salud. Recuperado de <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>
14. Santos B. L. (2016). Iagua: Blog. Falta de mantenimiento en la red de distribución de agua de consumo humano. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/lourdes-botello-santos/falta-mantenimiento-red-distribucion-agua-consumo-humano>
15. Rojas R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de Calidad del Agua para consumo Humano. Recuperado de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua/cepis\\_guia\\_vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf)
16. Vargas C., Rojas R., Joseli J. (2002) Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de consumo humano. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>
17. Navarro M. (2007) Determinación de *Escherichia coli* y Coliformes Totales en agua por el método de filtración por membrana. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>

18. Moreno F., López R. (1991) Determinación de cloro residual. Recuperado de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/245.11-91AD-9089.pdf>
19. Carpio T. (2007) Turbiedad por nefelometría. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Turbiedad+por+Nefelometr%C3%ADa..pdf/fc92342e-8bba-4098-9310-56461c6a6dbc>
20. Villanova P. (2013) Abastecimiento de agua Potable y saneamiento a la comunidad de Sacazil, El Salvador. Recuperado de <file:///C:/Users/6/Downloads/1%20Memoria%20y%20anexos.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1 Plano Cerro San Eduardo



Fuente: Montalván E. 2018

Anexo 2 Registro de temperaturas de muestras

HORA		07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00
<b>Primera</b>										
<b>Campaña</b>	°C	4.7	3.4	5.3	5.1	5.2	5.8	6.4	6.1	4.9
<b>15-ene-18</b>										
<b>Segunda</b>										
<b>Campaña</b>	°C	5.6	4.2	4.9	3.8	4.4	5.1	3.3	3.7	4.7
<b>05-jul-18</b>										

Fuente. (García D. 2018)

Anexo 3 Parámetros físico químicos

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MAXIMO PERMITIDO
<b>pH</b>	-----	
<b>Turbiedad</b>	NTU	<b>5</b>
<b>Cloro Libre Residual</b>	mg/L	<b>0.3 – 1.5</b>

Fuente: NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable.

Anexo 4 Parámetros microbiológicos

PARÁMETRO	MÉTODO	LÍMITE MAXIMO PERMITIDO UFC
<b>Coliformes Totales</b>	Filtración por Membrana	-----
<b>Coliformes Fecales</b>	Filtración por Membrana	<b>&lt; 1 x 10<sup>0</sup></b>

< 1 = Ausencia de Colonias

Fuente: NTE INEN 1108:2014, 5ta. Revisión-Requisitos de agua potable

## Anexo 5 Evidencia fotográfica (muestreo)

Limpieza con alcohol antiséptico



Fuente: David García

Flameado de la llave



Fuente: David García

Recolección en funda estéril



Fuente: Eddin Montalván

Llave externa de la casa



Fuente: Eddin Montalván

## Anexo 6 Evidencia fotográfica (ensayos)

Turbidímetro



Fuente: Eddin Montalván

Celda para Turbidímetro



Fuente: David García

## Medición de cloro libre y pH

Medición de pH



Fuente: David García

Medición de Cloro libre



Fuente: Eddin Montalván