



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS
MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIÓLOGICOS
DEL AGUA POTABLE EXPENDIDA EN TANQUEROS EN LA PARROQUIA EL
MORRO DEL CANTÓN GUAYAQUIL.**

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO PARA
OPTAR AL GRADO DE QUÍMICA Y FARMACÉUTICA

AUTORA

MADELEEN PAOLA CRUZ VARGAS

TUTOR:

ABG. Q.F. WALTER MARISCAL MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2017

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 **INVESTIGACIÓN**, cuyo título es **EVALUACIÓN DE RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE EXPENDIDA EN TANQUEROS EN LA PARROQUIA EL MORRO DEL CANTÓN GUAYAQUIL** presentado por **MADELEEN PAOLA CRUZ VARGAS**, con cédula de ciudadanía N° **0930611439**, previo a la obtención del título de Química y Farmacéutica.

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

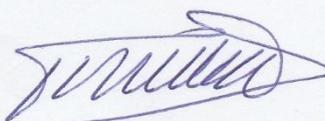
Guayaquil, 20 de Abril del 2017



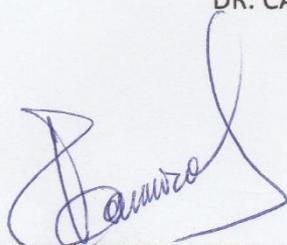
FIRMA TUTOR DE TESIS
ABG. Q.F. WALTER MARISCAL MSc.

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

El Tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación de la Srta. **MADELEEN PAOLA CRUZ VARGAS**, después de ser examinado en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.



PRESIDENTE - MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DR. CARLOS SILVA HUILCAPI Msc.



DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Q.F. JOSÉ ZAMORA LABORDE Msc.



DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Q.F. VADIA SALAZAR COELLO Msc.

ING. NANCY VIVAR CÁCERES
SECRETARIA ENCARGADA

CARTA DE AUTORIA DE TITULACIÓN

iii

Fecha Guayaquil, 29 de Mayo del 2017.

Yo, **MADELEEN PAOLA CRUZ VARGAS**, autora de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mi exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

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



Madeleen Cruz Vargas
C.I. 0930611439

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia que ha sido el impulso durante mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, a mi novio Jorge Castillo por darme su apoyo incondicional en cada decisión y proyecto. No ha sido sencillo hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. A mis Tutores la Familia Mariscal García por guiarme en este largo camino.

Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi hermosa Familia y amado novio los amo.

INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Problema.....	3
1.2.	Hipótesis.....	3
1.3.	Objetivos general.....	4
1.4.	Objetivos específico.....	4
2.	CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	
2.1.	Agua potable	5
2.1.1.	Agua no potable	5
2.1.2.	Agua de calidad potable.....	5
2.1.3.	Importancia.....	6
2.1.4.	Calidad del agua	7
2.2.	Caracterización General De La Parroquia El Morro.....	7
2.2.1.	Agua en el morro	7
2.2.2.	Las Problemáticas Que Existen En El Recurso Agua.....	8
2.2.3.	Agua potable en el morro.....	9
2.2.4.	Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN1108:2014.....	10
2.2.5.	Normas De Calidad Del Agua Potable Y Reglamentos Históricos Del Panorama Mundial.....	12
2.3.	FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA	
2.3.1.	Agua de superficie.....	13
2.3.2.	Agua subterránea.....	13
2.3.3.	Manantial.....	14

2.4.	Algunas Características Generales Del Agua.....	14
2.5.	Principales Fuentes De Contaminación De Las Aguas Superficiales	15
2.6.	PARÁMETROS FÍSICOS.....	16
2.6.1.	Temperatura.....	17
2.6.2.	Potencial de hidrógeno.....	17
2.6.3.	Color.....	17
2.6.4.	Turbidez.....	17
2.6.5.	Sabor.....	18
2.6.6.	Sólidos totales disueltos.....	18
2.6.7.	Conductividad.....	19
2.7.	PARÁMETROS QUÍMICOS.....	19
2.7.1.	Salinidad.....	19
2.7.2.	Alcalinidad.....	19
2.7.3.	Dureza total(CaCO ₃).....	20
2.7.4.	Fosfatos(PO ₄ ³⁻).....	20
2.7.5.	Hierro (Fe).....	21
2.7.6.	Nitratos (NO ₃).....	21
2.7.7.	Nitritos (NO ₂ ¹⁻).....	21
2.7.8.	Sulfatos (SO ₄ ²⁻).....	22
2.7.9.	Fluoruros (F).....	22
2.7.10.	Cloro Residual (Cl ₂).....	22
2.7.11.	Calcio (Ca).....	22
2.7.12.	Arsénico (As).....	23
2.8.	PARÀMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	23
2.8.1.	Coliformes Totales.....	23

2.8.2. Cryptosporidium.....	24
2.8.3. Giardia	26
2.9. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR CONSUMA DE AGUA EN MAL ESTADO.....	28
2.9.1. Diarrea.....	28
2.9.2. Hepatitis A.....	29
2.9.3. Arsénico.....	29
2.9.4. Paludismo.....	29
2.9.5. Tracoma.....	29
2.9.6. Dengue.....	29
2.9.7. Esquistosomiasis.....	30
2.9.8. Helmintiasis intestinal.....	30
2.9.9. Cólera.....	30
2.9.10. Fiebre tifoidea.....	31
2.10. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”	31
2.10.1. Estimación Del Índice De Calidad De Agua General “Ica”.....	32
2.11. FUNDAMENTACIÓN LEGAL,.....	34
2.12. Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Uso Y Aprovechamiento Del Agua En El Ecuador.....	34
2.12.1. RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR.....	35
2.12.2. Sección IV Recursos Naturales (El Agua).....	35
2.12.3. MINISTERIO DEL AMBIENTE.....	36
2.12.4. SECCIÓN III - CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS....	36
2.12.5. PARÁGRAFO I - EL AGUA.....	36

2.13. ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES:	
2.13.1. RECURSO AGUA.....	37
2.13.2. Agua dulce:.....	37
2.13.3. Criterio de la calidad del agua.....	37
2.13.4. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.....	38
3. CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Método.....	41
3.2. Variables	41
3.3. Metodología.....	41
3.4. Equipos	42
3.5. Plan de Monitoreo de las Muestras.....	43
3.6. Muestreo.....	44
3.7. Accesibilidad Geográfica	45
3.8. Muestra.....	46
4. CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
5. CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES.....	69
5.2. RECOMENDACIONES.....	70
5.3. BIBLIOGRAFIA	71
5.4. ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla I. Procedencia Principal Del Agua Recibida En El Morro.....	9
2. Tabla II. Características Físicas Para Agua Potable.....	10
3. Tabla III. Características Químicas Para Agua Potable.....	11
4. Tabla IV. Requisitos Microbiológicos.....	11
5. Tabla V. Datos De Enfermedades Digestivas Y Parasitarias Proporcionados Por El Subcentro De Salud Dirección Distrital 09d10 Puerto El Morro.....	28
6. Tabla VI. Clasificación Del “Ica” Propuesto Por Brown.....	33
7. Tabla VII. Criterios De Calidad De Fuentes De Agua Que Para Consumo Humano Y Doméstico Requieren Tratamiento Convencional.....	39
8. Tabla VIII: Criterios De Calidad De Fuentes De Agua Para Consumo Humano Y Doméstico Y Que Para Su Potabilización Solo Requieren Desinfección.....	40
9. Tabla IX. Plan de Monitoreo a Realizarse.....	43
10. Tabla X .Ubicación Geográfica.....	44
11. Tabla XI. Registro De Recolección De Muestras.....	47
12. Tabla XII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”.....	48
13. Tabla XIII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”.....	49
14. Tabla XIV. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”.....	50
15. Tabla XV. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos	

tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”	51
16. Tabla XVI. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”	52
17. Tabla XVII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”	53
18. Tabla XVIII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Giardia”	54
19. Tabla XIX. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Giardia”	55
20. Tabla XX. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Giardia”	56
21. Tabla XXI. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017.....	57
22. Tabla XXII. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017.....	58
23. Tabla XXIII. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017.....	59

- 24.** Tabla XXIV. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017.....60
- 25.** Tabla XXV. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017.....62
- 26.** Tabla XXVI. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017.....64
- 27.** Tabla XXVI. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017.....66
- 28.** Tabla XXVIII. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017.....67
- 29.** Tabla XXIX. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017.....68

Resumen

El agua es un elemento vital para los seres humanos, por esta razón es importante mantener la calidad de esta en óptimas condiciones para garantizar la ausencia de componentes contaminantes durante su distribución. El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo Evaluar la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua potable distribuida en tanqueros en la Parroquia El Morro del cantón Guayaquil. Los análisis se realizaron durante los meses de febrero y marzo del 2017, durante este periodo se analizaron nueve muestras en diferentes zonas de la parroquia El Morro. Se determinó la presencia de Coliformes fecales en todos los sectores siendo el sector Norte Los Pocitos el más representativo donde la muestra T2 presentó un valor de 1.22 UFC/100ml y se evidenció que el Cloro Residual no cumplía en ningún sector con el mínimo establecido en la NORMA INEN 1108:2014, motivo por el cual el agua expendida por los tanqueros en la Parroquia El Morro no se considera apta para el consumo humano. Por ser un patrimonio nacional estratégico de uso público EL AGUA POTABLE deberá cumplir con los criterios de calidad en base a parámetros físicos, químicos y microbiológicos tal como lo establece la NORMA INEN 1108:2014.

Palabras claves: Tanquero, Calidad, agua, Coliformes fecales

ABSTRACT

Water is a vital element for humans, for this reason it is important to maintain the quality of the water in optimal conditions to guarantee the absence of contaminating components during distribution. The objective of this study was to evaluate the physical and chemical quality of drinking water distributed in tankers in El Morro Parish in the canton of Guayaquil. The analyzes were carried out during the months of February and March of 2017, during this period nine samples were analyzed in different zones of the parish El Morro. The presence of fecal coliforms in all sectors of the northern Los Pocitos sector was determined. The most representative of the sample T2 presented a value of 1.22 CFU / 100ml and it was evidenced that the Residual Chlorine was not observed in any sector with the minimum established in the NORMA INEN 1108: 2014, reason why the water spent by the tankers in the Parroquia El Morro is not considered suitable for human consumption. For a strategic national heritage of public use THE DRINKING WATER must comply with the quality criteria based on physical, chemical and microbiological parameters as established in NORMA INEN 1108: 2014.

Key words: Tanker, Quality, water, fecal coliformes

INTRODUCCIÓN.

El agua potable es esencial para el bienestar y seguridad de la población mundial ya que una gran parte de esta carece de este líquido vital, en el Ecuador aún hay localidades rurales en las cuales la dispensación del agua potable es deficiente esta se determina comparando las características fisicoquímicas y microbiológicas de una muestra bajo estándares de calidad de manera puntual para el agua potable y garantizar el suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano.

En el PLAN DE DESARROLLO DEL GAD realizado en el 2015 en la Parroquia El Morro se encontró 314 casos de hogares que no reciben agua potable por tuberías sino por Tanqueros (que equivalen al 26.75% de esa población). (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

La Junta Parroquial se mantiene y se consolida, con oficinas mejoradas y continuando con el constante diálogo con la población, para establecer mejoras para la parroquia; se conduce en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquial y por medio de la relación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la provincia del Guayas, así como con los aportes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

Se logra que el Municipio de Guayaquil y el Gobierno Provincial del Guayas incluyan anualmente en sus presupuestos las asignaciones para el desarrollo de acciones y proyectos prioritarios para el desarrollo de la parroquia. En cada recinto se completa la cobertura del servicio de agua potable domiciliaria, así como el alumbrado público; y la población participa activamente en iniciativas que

contribuyan al Buen Vivir. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

Desde Octubre del 2016 Interagua empezó a operar el Sistema de Agua Potable en la Parroquia Posorja y sus comunas aledañas (Data, El Morro, Los Pocitos y San Miguel) con la competencia del servicio, anteriormente manejado por Hidroplayas. (Alcaldía, 2017)

Entre los planes futuros se encuentra la implementación de una Oficina Móvil para acercar a las comunidades distantes a los servicios personalizados que Interagua ofrece como: construcción de plantas de tratamiento de agua potable y de acueducto; rehabilitación e instalación de redes de agua potable; inspección de sistemas existentes, pruebas de medición y control de calidad del proceso de agua potable. (Alcaldía, 2017)

El agua potable proviene del río Guayas, pasa por los canales de Don Juan y luego son tratadas en la planta de San Antonio donde pasan por procesos de potabilización y por tuberías llega hasta la toma de agua de Engabao donde los tanqueros se abastecen para distribuir a los diferentes sectores entre esos la parroquia de El Morro.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) junto con las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), han desarrollado un conjunto de normas y directrices para ayudar a los países que carecen de reglamentos, fijándose metas para proporcionar a todas las personas el agua potable, especialmente enfocándose en los pobres y desfavorecidos del mundo. (OMS, 2015)

Los países con el menor acceso al agua potable de América Latina son: Haití, República Dominicana, Nicaragua, Ecuador, Perú y Bolivia. (Casma, 2015)

El trabajo a realizar es una evaluación de los resultados físico-químicos y microbiológicos establecidos por la NORMA INEN1108:2014 de requisito para determinar si la calidad del agua potable que se expende en tanqueros en la Parroquia El Morro será para determinar si es apta para el consumo humano.

Problema

¿Cumple el agua que distribuyen los tanqueros a los moradores de la Parroquia El Morro, con los parámetros físicoquímicos y microbiológicos requeridos por la NORMA INEN 1108:2014 para que sea considerada apta para el consumo humano?

Hipótesis

El agua que se dispensa en tanqueros de la Parroquia de El Morro, es de buena calidad por lo tanto es apta para el consumo humano.

OBJETIVOS GENERAL

- Evaluar los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable distribuida por los tanqueros en la Parroquia El Morro, de acuerdo a lo establecido por la NORMA INEN 1108:2014 para el control de su calidad.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar análisis fisicoquímicos en agua potable recolectada directamente de los tanqueros de acuerdo a un Plan de Monitoreo
- Realizar Análisis microbiológicos en el agua potable recolectada directamente de los tanqueros de acuerdo a un Plan de Monitoreo.
- Contrastar los valores obtenidos de las muestras con los valores permitidos en la norma NTE INEN 1108:2014.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 Agua potable

1.1.1. Definición

La organización mundial de la salud y el fondo de las naciones unidas para la infancia la definen como el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar siendo el agua potable salubre aquella en que sus características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable. (OMS, 2011)

1.1.2. Agua no potable

Es aquella agua que podría causar daño a la salud del usuario y no cumple con los requisitos físico-químicos y microbiológicos establecidos por la norma nacional (INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2011)

1.1.3. Agua de calidad potable

Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción, y no causa daño a la salud del usuario, y sus características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano (INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2011)

1.1.4. Importancia

El abastecimiento de agua potable es considerado como un punto clave en el desarrollo tanto de países como las poblaciones que habitan en las diferentes regiones de los mismos. Un sistema de agua potable correctamente diseñado por lo tanto conllevará a mejorar positivas en la calidad de vida de las personas que tienen acceso a este servicio, principalmente en el campo de la salud. (Cárdenas, 2010).

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. (OMS, 2015)

La desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua de consumo que presenta contaminación fecal reducirá el riesgo general de enfermedades, pero no garantizará necesariamente la seguridad del suministro. (OMS, 2015)

El uso de productos químicos desinfectantes en el tratamiento del agua genera habitualmente subproductos. No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente, y es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección. (OMS, 2015)

1.2. Calidad de Agua

Condición general que permite que el agua se emplee para usos específicos. Muchas de las características físico-químicas y microbiológicas requeridas para determinado uso son características adoptadas para propósitos generales. Así, por ejemplo, en un suministro de agua público, para uso doméstico e industrial, el agua debe; ser clara, estar libre de minerales que produzcan efectos biológicos o fisiológicos indeseable y carecer de agentes patógenos. (Muyulema, 2013)

1.3. Caracterización General De La Parroquia El Morro

La Parroquia El Morro está ubicada al sureste de Guayaquil; a unos 90 km de esta ciudad, y cercana a las poblaciones General Villamil Playas y Posorja; El Morro limita al norte con la parroquia Juan Gómez Rendón, al sur con la parroquia Posorja, al este con la parroquia Juan Gómez Rendón y el Golfo de Guayaquil y al oeste con el cantón General Villamil Playas. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

1.3.1. Agua en El Morro

El Golfo de Guayaquil forma un área geográfica y biótica de reconocida importancia para el país. Por el lado del canal del Morro penetra el agua salada al territorio continental a través de una serie de esteros, cuyos meandros constituyen un importante sistema estuarino. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

Los esteros y el área de mar adyacente al Golfo de Guayaquil, son áreas altamente productivas debido a la presencia de los eventos fríos de “La Niña” y los cálidos eventos de “El Niño– Oscilación Sur” que permiten el desarrollo de organismos acuáticos, de interés para la pesca artesanal costera y a su vez para la conservación de la biodiversidad. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

Las condiciones costeras son favorables para el desarrollo de los recursos de interés pesquero, sobre todo han permitido la pesca artesanal, que ha sido ejercida ancestralmente por los pobladores locales. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

Una zona relevante para la protección de la biodiversidad del Golfo de Guayaquil, lo constituye el Estero Salado de Guayaquil denominado así por la influencia de cuerpos de agua de alta salinidad y que se inicia en el Canal del Morro (frente a Posorja) y termina en la ciudad de Guayaquil, con características especiales en cuanto a su biodiversidad. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

1.3.2. Las Problemáticas Que Existen En El Recurso Agua Son:

- Falta de agua para el riego de los sembríos.
- Contaminación del agua por vertedero de residuos sólidos derrame de combustible, agua de sentinas de barcos pesqueros y el asentamiento de camarónicas en el sector. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

1.3.3. Agua potable en El Morro

Respecto a la procedencia principal del agua, un 73,25% de la población la recibe mediante red pública, mientras que el otro porcentaje restante mayormente ubicados en recintos y caseríos con un 14,31% obtiene esta fuente vital a través de carros repartidores, y en menor porcentaje la obtiene de pozos, y de otras fuentes varias. (GAD, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO, 2015)

TABLA I. PROCEDENCIA PRINCIPAL DEL AGUA RECIBIDA EN EL MORRO.

Procedencia principal del agua Recibida	Casos	%
De red pública	860	73,25%
De pozo	86	7,33%
De río, vertiente, acequia o canal	3	0,26%
De carro repartidor (tanqueros)	168	14,31%
Otro (Agua lluvia/albarrada)	57	4,86%
Total	1174	100,00%

Fuente: INEC 2010

1.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1108:2014

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública. (INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014)

El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods). (INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014)

TABLA II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PARA AGUA POTABLE

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014.

TABLA III. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS PARA AGUA POTABLE

Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos
 * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu
 ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²²⁶Ra

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014.

TABLA IV. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia

Fuente; Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014.

1.5. Normas De Calidad Del Agua Potable Y Reglamentos Históricos Del Panorama Mundial

Desde la antigüedad los seres humanos han entendido la importancia del agua potable y se han utilizado diversas técnicas para mejorar su calidad. En los tiempos modernos, los sistemas de tratamiento de aguas municipales y públicos comenzaron a proporcionar agua a los consumidores en todo el mundo, y el agua potable se convirtió en primer lugar una cuestión de salud pública y luego una cuestión de derechos humanos. Muchos países han hecho regulaciones y han establecido normas para los niveles máximos permisibles de contaminantes en el agua potable, en los países más ricos, la gente ha estado viviendo durante casi un siglo en un "paraíso de agua", segura fácilmente disponible en la mayoría de lugares. (Kroehler, 2014)

En muchos países en desarrollo, las personas carecen de acceso a agua potable; enfermedades transmitidas por agua es una causa importante de muerte, especialmente entre los niños menores de 5 años; y los países que han establecido estándares de agua potable a menudo carecen de los recursos para aplicarlos o ejecutarlos. (Kroehler, 2014)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado un conjunto de normas y directrices de aplicación para ayudar a los países que carecen de reglamentos y, junto con las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), se ha fijado metas encaminadas a proporcionar todas las personas con agua potable, especialmente enfocado en los pobres y desfavorecidos del mundo. (Kroehler, 2014)

El derecho al agua potable y al saneamiento es un derecho humano reconocido internacionalmente y esencial para la realización de otros derechos humanos, sobre todo el derecho a la vida y a la dignidad, a una alimentación y vivienda adecuadas y a la salud y el bienestar, incluyendo el derecho a condiciones ocupacionales y ambientales saludables. A pesar de esto, una gran parte de la población mundial no disfruta de este derecho en todas sus dimensiones (cantidad suficiente, calidad, regularidad, seguridad, aceptación, accesibilidad y asequibilidad) Aún persiste una cruel desigualdad, notablemente en diferentes regiones y entre zonas urbanas y rurales. (UNESCO, 2016)

1.6. Fuentes De Agua En La Naturaleza

1.6.1. Agua de superficie

El agua de superficie es el agua más fácil de entender ya que la vemos cada día. Es cualquier agua que viaja o se almacena sobre el suelo. Esto sería el agua que está en ríos, los lagos, las corrientes, los depósitos, aún en los océanos (aunque no podamos beber el agua salada). (Oleas, 2016)

1.6.2. Agua subterránea

Agua que se encuentra bajo la superficie terrestre se encuentra en el interior de poros entre partículas sedimentarias y en las fisuras de las rocas más sólidas en las regiones árticas el agua subterránea puede helarse. En general mantiene una temperatura muy similar al promedio anual en la zona. (Oleas, 2016)

El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años. No obstante, la mayor parte de los

yacimientos están a poca profundidad y desempeñan un papel discreto pero constante dentro del ciclo hidrológico. (Oleas, 2016)

1.6.3. Manantial

Su localización está en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de los estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial aparece donde el nivel freático se corta con la superficie de la tierra. (Oleas, 2016)

Los manantiales pueden ser permanentes: son aquellos en que su caudal se encuentra permanente en sitios determinados durante tiempos indefinidos; o intermitentes: Son aquellos en los que su caudal pasa de ser muy escaso o nulo a ser muy importante durante breve tiempo, debido a que la descarga se hace a través de un sifón. Estos manantiales son exclusivos de las formaciones calcáreas. (Oleas, 2016)

1.7. Algunas Características Generales Del Agua

- Se considera que las propiedades físicas y químicas del agua son las responsables de que la Tierra sea tal como se conoce y que la vida misma es consecuencia de las propiedades tan especiales de la molécula de agua, ya que se considera que las primeras formas primitivas de vida comenzaron en una solución acuosa. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)
- La mayor parte es salobre y una parte muy pequeña es agua dulce. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

- Contribuye a mantener el clima en la Tierra, disuelve a una gran cantidad de sustancias, que pueden llegar a ser contaminantes, y es esencial para las formas de vida conocidas en la Tierra. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)
- El agua se presenta principalmente como un líquido de características poco comunes, es un recurso natural indispensable para todos los seres vivos y en general forma parte de toda la materia viva. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)
- El ser humano la utiliza para realizar muchas de sus actividades como la agricultura, la industria, el transporte y otras actividades diarias. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.8. Principales Fuentes De Contaminación De Las Aguas Superficiales

- Los contaminantes pueden ser de orígenes diversos según las actividades que se lleven a cabo cerca de los ríos, lagos, lagunas, etc. Algunas fuentes de contaminación son mencionadas a continuación: (Solano, 2011)
- Desechos sólidos, los cuales son más perceptibles visualmente. (Solano, 2011)
- Aguas residuales, que pueden ser menos visibles ya que se puede mezclar con el drenaje pluvial, pero que presentan mayor preocupación para quienes tienen acceso a información indirecta proveniente de los medios de divulgación. (Solano, 2011)

- Uso de agroquímicos, hábito de defecación al aire libre o inadecuado tratamiento de las heces humanas y de animales, factores que no son más difíciles de ser percibidos. (Solano, 2011)
- Sedimentos ocasionados por uso inadecuado de la tierra, principalmente en las actividades agrícolas. (Solano, 2011)

Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización. Suele consistir en eliminar los compuestos volátiles seguidos de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro u ozono. (Espín, 2012)

En algunos países se añaden pequeñas cantidades de fluoruro al agua potable para mejorar la salud dental. Para confirmar que el agua ya es potable, debe ser inodora (sin olor), incolora (sin color) e insípida (sin sabor). (Espín, 2012)

1.9. Parámetros Físicos

La provisión de agua debe tener un especial cuidado con los sabores, olores y colores del agua que se brinda, las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua que va a ser utilizada para el consumo humano y uso doméstico (Orellana, 2014)

1.9.1. Temperatura

Influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la desinfección y los procesos de mezcla, 20 floculación, sedimentación y filtración. Idónea para consumo entre 8 °C - 15 °C. (Orellana, 2014)

1.9.2. Potencial hidrógeno (pH)

Se considera que los valores adecuados de pH se encuentran en un rango de entre un 6,5 y un 8,5. El pH no tiene incidencia directa en la salud, pero sí en la eficacia de tratamientos administrados en el agua o en las superficies de contacto como las tuberías. (Orellana, 2014)

1.9.3. Color

Se debe a la presencia de minerales como hierro, manganeso y la presencia de materia orgánica da color al agua principalmente en aguas superficiales. Las medidas de color se hacen en laboratorio por comparación y se miden en partes por millón (ppm) de unidades en escala platino-cobalto (Pt-Co), las aguas subterráneas no suelen sobrepasar las cinco ppm de Platino pero las superficiales pueden alcanzar varios cientos de ppm de Pt (Orellana, 2014)

1.9.4. La turbiedad

Mide la cantidad de luz absorbida o dispersada por la materia suspendida del agua, en general es muy difícil de decantar o filtrar y

pueden dar lugar a depósitos en las conducciones, además interfieren con la mayoría de procesos a los cuales puede ser sometida el agua para su tratamiento. (Orellana, 2014)

Los coloides asociados con la turbiedad producen sabor, olor y posible daño a la salud, si sobrepasan los límites permisibles que la norma indica. La turbiedad se puede eliminar mediante procesos de coagulación, decantación y filtración. (Orellana, 2014)

1.9.5. Sabor

Son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. (Orellana, 2014)

1.9.6. Sólidos Totales Disueltos

El agua puede contener tanto partículas en suspensión como compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como sólidos totales, lo constituyen las sales que se encuentran presentes y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico. (Orellana, 2014)

Está relacionada con la conductividad eléctrica, se mide en ppm y se determinan gravimétricamente mediante filtración, vacío o presión (Orellana, 2014)

1.9.7. La conductividad

La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo para permitir el paso de la corriente eléctrica. Está determinada por la presencia de sales iónicas disueltas. (Orellana, 2014)

1.10. Parámetros Químicos

Los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, materias orgánicas y nutrientes. (Orellana, 2014)

1.10.1. Salinidad

Suele estar asociado al ion cloruro. El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 ppm y 150 ppm, pero es fácil encontrar valores muy superiores, de hasta varios miles de ppm; es un indicador potencial de corrosión. La alta salinidad no es motivo de daño a la salud del consumidor, pero si un inconveniente para su empleo, puede manchar y dañar accesorios del baño, cocina y causar daños a las tuberías de conducción. (Arévalo, 2015)

1.10.2. La alcalinidad

se encuentra provocada mayoritariamente por los iones carbonato (CO_3^-), bicarbonato (HCO_3^-) e hidróxidos, es la capacidad que tiene el

agua de absorber iones hidrógeno sin tener cambios significativos en su pH (capacidad para neutralizar ácidos), determina la capacidad del agua para neutralizar los efectos ácidos que actúen sobre ella. (Arévalo, 2015)

1.10.3. Dureza Total (CaCO₃)

La dureza, debida a la presencia de sales disueltas de calcio y de magnesio en el agua, mide la capacidad de un agua de producir incrustaciones; existen distintas formas de dureza: las aguas con menos de 50 ppm de CO₃Ca se llaman blandas; Hasta 100 ppm de CO₃Ca, ligeramente duras; Hasta 200 ppm de CO₃Ca, moderadamente duras y a partir de 200 ppm de CO₃Ca, muy dura, la dureza total del agua es aportada en un 98% por los contenidos de carbonato de calcio CaCO₃ y en menor grado por el carbonato de magnesio MgCO₃ Si la dureza es inferior a la alcalinidad toda la dureza es carbonatada, pero si la dureza es superior a la alcalinidad hay una parte de dureza no carbonatada (Arévalo, 2015)

1.10.4. Fosfatos (PO₄³⁻)

Contribuye a la alcalinidad del agua, generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Se encuentran también en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola. Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de las plantas y puede ser crítico en la eutrofización de las aguas superficiales; ya que funcionan como nutriente (Arévalo, 2015)

1.10.5. Hierro (Fe)

El hierro en el agua puede afectar al sabor del agua, alterar la turbiedad y también puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones en las tuberías, cuando su concentración es alta podría formar depósitos de color amarillo o café. Por aireación el agua ferrosa pasa a férrica y precipita, o bien se elimina por coagulación o filtración (Arévalo, 2015)

1.10.6. Nitratos (NO₃)

Son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, en las aguas superficiales y subterráneas se derivan de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excretas de animales, debido al escurrimiento agrícola (Arévalo, 2015)

1.10.7. Nitritos (NO₂⁻)

Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno o por reducción bacteriana, los nitritos se convierten en importante indicador de contaminación; pueden causar stress en la fauna de los ríos (Arévalo, 2015)

1.10.8. Sulfatos (SO₄²⁻)

El ion sulfato (SO₄⁼), las aguas dulces contienen entre dos y 250 ppm, el agua pura se satura de SO₄Ca a unas 1.500 ppm. Si la concentración es elevada puede causar problemas gastrointestinales (Arévalo, 2015)

1.10.9. Fluoruros (F)

El flúor es un elemento relativamente abundante en la naturaleza y forma compuestas con la mayoría de los elementos. El flúor se encuentra en el agua naturalmente o por adición en forma controlada, en concentraciones altas los fluoruros son tóxicos (Arévalo, 2015)

1.10.10. Cloro Residual (Cl₂)

Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto. El cloro libre residual en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. (Arévalo, 2015)

1.10.11. Calcio (Ca)

Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 ppm a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. (Arévalo, 2015)

1.10.12. Arsénico

El arsénico es una sustancia que se encuentra en gran cantidad en el agua de algunos países de América, Asia y África, zonas donde muchas personas la extraen de las napas subterráneas. El arsénico y sus compuestos son extremadamente tóxicos, especialmente el arsénico inorgánico. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.11. Parámetros Microbiológicos

1.11.1. Coliformes Totales

Los Coliformes Totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. (García, 2014)

Este grupo de microorganismos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, agua, suelo, además, son habitantes normales del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. (García, 2014)

Se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C. (García, 2014)

11.1.2. Coliformes fecales

También denominadas coliformes termotolerantes, llamados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su mayoría están representados por microorganismos E. Coli, pero se pueden encontrar, entre otros menos frecuentes, *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia normalmente con la vegetación y solo ocasionalmente aparecen en el intestino. (Hayes, 1993)

En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 coliformes. En aguas tratadas, los coliformes fecales funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución. (García, 2014)

11.1.3. *Cryptosporidium*

La prevalencia de este microorganismo es variable están asociados al agua de consumo, por ser el ooquiste la forma infectante del parásito resistente a los tratamientos convencionales de potabilización. En individuos inmunocompetentes es causa de diarrea aguda, normalmente autolimitada. (Rojas, 2012)

En pacientes inmunocomprometidos la enfermedad puede adquirir formas graves, potencialmente fatales. Las personas afectadas por el síndrome de inmunodeficiencia adquirida son particularmente propensas a padecer formas graves de criptosporidiosis. (Rojas, 2012)

A pesar de los numerosos intentos de la industria farmacéutica de desarrollar un antiparasitario efectivo, la infección gastrointestinal por *Cryptosporidium* y sus consecuencias clínicas continúan siendo un importante problema en materia de salud pública. (Rojas, 2012)

El ciclo del *Cryptosporidium* se completa en el tracto gastrointestinal del hospedador. El ciclo pasa por varias fases de reproducción asexual y sexual, dando lugar a la formación de gametos, que tras la fertilización generan los cigotos y posteriormente los ooquistes. (Pérez & Bruzu, 2012)

Se forman dos tipos de ooquistes: unos con pared gruesa, que se liberan en gran número por las heces, y otros con pared más fina, que vuelven a invadir las células del intestino del hospedador, dando lugar a la infección crónica y persistente. Los ooquistes de *Cryptosporidium* tienen un diámetro de 4-6 μm (más pequeños que otros protozoos) y se escinden en el intestino delgado del hospedador dando lugar a los esporozoitos, que son las estructuras infectivas. (Pérez & Bruzu, 2012)

La metodología de detección disponible en agua se concentra por filtración y posterior centrifugación hay que aplicar

técnicas de microscopía y técnicas de tinción. Para serodiagnóstico se pueden usar métodos ELISA. Otra dificultad de la metodología es la sensibilidad, ya que el método de detección debe ser lo suficientemente sensible como para detectar pocos ooquistes. (Pérez & Bruzu, 2012)

En la actualidad no se dispone de un fármaco que sea realmente eficaz para el tratamiento de la criptosporidiosis en humanos y animales. En las personas inmunocompetentes la enteritis por *Cryptosporidium* spp. Es autolimitada por lo que se requiere tratamiento de soporte y sintomático. La rehidratación oral o intravenosa, con o sin nutrición parenteral, generalmente es suficiente (Pérez & Bruzu, 2012)

1.12.4. Giardia

Giardiasis, lambliasis o diarrea de los viajeros: es una enfermedad gastrointestinal, en la mayoría de las ocasiones asintomática. En caso de síntomas, estos se manifiestan 3 DDDATABiO Fichas de agentes biológicos Giardia lamblia DB-P-G.I-15 tras un periodo de incubación de siete a catorce días (la incubación puede durar hasta cuarenta y cinco días) y comprenden: diarrea súbita acuosa o pastosa, sin sangre, esteatorrea (evacuaciones grasosas, generalmente explosivas y fétidas), dolor epigástrico postprandial, anorexia, distensión abdominal, flatulencia y, ocasionalmente, cefalea, febrícula y manifestaciones alérgicas (artralgias, mialgias, urticaria). (Instituto Nacional de Higiene, 2015)

En la mayoría de los casos la infección se resuelve espontáneamente al cabo de unas seis semanas. Pueden darse infecciones crónicas, que duran meses o años, en las que se produce diarrea recurrente, esteatorrea, mal absorción de grasas, lactosa y otros disacáridos, vitamina A y vitamina B12, lo que conduce a la deshidratación, pérdida de peso y debilitamiento. Se ha asociado a Giardia y a otros protozoos con el síndrome de intestino irritable. (Instituto Nacional de Higiene, 2015)

Hospedadores Humanos y otros mamíferos terrestres y marinos (por ejemplo: primates, cánidos, felinos, ovinos, bovinos, porcinos, cérvidos, equinos, roedores y cetáceos). Dosis infectiva mínima (DIM) De 10 a 25 quistes son suficientes para causar una infección en humanos. Supervivencia ambiental Los quistes sobreviven en el suelo, el agua (agua dulce y salada), el estiércol y las heces humanas de semanas a meses en ambientes fríos y húmedos. A temperatura de 4°C los quistes pueden sobrevivir durante: once semanas en el agua, siete semanas en el suelo y una semana o más en el estiércol y las heces humanas. (Instituto Nacional de Higiene, 2015)

Sin embargo, su supervivencia es menor en ambientes secos y con temperaturas superiores a 25°C, pues se inactivan con la desecación y la luz solar directa. Las formas vegetativas (trofozoítos) no sobreviven en el ambiente exterior. (Instituto Nacional de Higiene, 2015)

TABLA V. DATOS DE ENFERMEDADES DIGESTIVAS Y PARASITARIAS PROPORCIONADOS POR EL SUBCENTRO DE SALUD DIRECCIÓN DISTRITAL 09D10 PUERTO EL MORRO.

MORBILIDAD	2016						2017		
	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Enfermedades del sistema digestivo.	100	142	242	345	161	506	297	201	498
Enfermedades infecciosas y parasitarias.	183	164	347	228	210	438	254	187	441

Fuente: Subcentro de Salud Dirección Distrital 09d10 Puerto El Morro 2017.

1.13. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR CONSUMA DE AGUA EN MAL ESTADO

1.13.4. Diarrea

De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud, la diarrea es una de las principales causas de muerte en los países del Tercer Mundo, íntimamente asociada a la deshidratación. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.5. Hepatitis A

Se trata de una enfermedad infecciosa que se propaga por el contacto oral-fecal, alimentos o agua contaminada con heces, su expansión también se debe a la falta de servicio de agua, saneamiento e higiene inadecuados. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.6. Paludismo

El 90% de los afectados son niños menores de cinco años que viven en África, los programas de mejoramiento de los recursos hídricos podrían disminuir al 50% esta y otras enfermedades de transmisión vectorial. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.7. Tracoma

Esta es otra de las enfermedades que se atribuye directamente a la falta de agua e higiene, ya que con el solo hecho de lavarse la cara se podría evitar el 27% de los casos. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.8. Dengue

El dengue es una enfermedad febril transmitida por un virus y caracterizada por fiebre de aparición súbita que dura 3 a 7 días acompañada de dolor de cabeza, articulaciones y músculos (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.9. Esquistosomiasis

Es causada por parásitos que penetran la piel de las personas que se están lavando o bañándose en fuentes de agua contaminada. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.10. Helmintiasis intestinal

Las helmintiasis son enfermedades parasitarias en las que una parte del cuerpo está infestada de gusanos, el acceso a los servicios de agua potable, saneamiento e higiene puede reducir la morbilidad por ascariasis y por anquilostomiasis . (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.11. Cólera

El cólera es una enfermedad infecciosa producida por una bacteria vive en el agua, en los mariscos y en el plancton que se asienta en el intestino del afectado. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.13.12. Fiebre Tifoidea

La fiebre tifoidea o fiebre entérica es una enfermedad infecciosa su reservorio es el humano, y el mecanismo de contagio es fecal-oral, a través de agua y de alimentos contaminados. (Fundación Nacional De La Salud, 2013)

1.14. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”

Los índices pueden generarse utilizando ciertos elementos básicos en función de los usos del agua, el “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos”. El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creo y diseño un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA). (SNET, 2012)

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. (SNET, 2012)

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

Máximo	Límite
• Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)	< 1,1 *
• pH (en unidades de pH)	
• Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días	5 en mg/L
• Nitratos NO ₃	50 mg/L
• Fosfatos PO ₄	mg/L
• Cambio de la Temperatura (en °C)	
• Turbidez	5 NTU
• Sólidos disueltos totales (en mg/ L)	

1.15. ESTIMACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL “ICA”

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla: (SNET, 2012)

TABLA VI. CLASIFICACION DEL “ICA” PROPUESTO POR BROWN

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Lobos, José. Evaluación de los Contaminantes del Embalse del Cerrón Grande PAES 2002.

- Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella. (SNET, 2012)
- Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. (SNET, 2012)

- Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática. (SNET, 2012)
- Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación. (SNET, 2012)

1.16. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

1.16.4. Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Uso Y Aprovechamiento Del Agua En El Ecuador.

La República Del Ecuador Asamblea Nacional El Pleno Considerando: Que, los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Art. 12 del (Capítulo segundo - Derechos del buen vivir Sección primera). Declara: El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. (Asamblea Nacional, 2014)

Art. 313 del Capítulo quinto - Sectores estratégico servicios y empresas públicas. Establece que: El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable, y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad (Asamblea Nacional, 2014)

Art. 318 del Capítulo quinto - Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Determina que: El agua es patrimonio nacional

estratégico de uso público. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria (Asamblea Nacional, 2014)

1.17. RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

1.17.4. Sección IV Recursos Naturales (El Agua)

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. (constitución de la república del Ecuador, 2016)

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. ¡Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico. (constitución de la república del Ecuador, 2016)

1.18. MINISTERIO DEL AMBIENTE

1.18.4. SECCIÓN III - CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS

PARÁGRAFO I - EL AGUA

Art. 209 De la calidad del agua. - Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. (Ministerio del Ambiente, 2015)

En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas, así como del cuerpo de agua receptor. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre su componente, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso (Ministerio del Ambiente, 2015)

1.19. ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

- a) Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua; (Tulsma, 2014)
- b) Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley (Tulsma, 2014)
- c) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; mientras que en el literal: (Tulsma, 2014)
- g) Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua. (Tulsma, 2014)

1.19.4. Agua dulce

Es aquella que no contiene importantes cantidades de sales. En general se consideran valores inferiores a 0.5 UPS (unidad práctica de salinidad que representa la cantidad de gramos de sales disueltas por kg de agua). (Tulsma, 2014)

1.19.5. Criterio de la calidad del agua

Concentración numérica o enunciado descriptivo recomendado sobre parámetros físicos químicos y biológicos para mantener determinado uso benéfico del agua. (Tulsma, 2014)

Los criterios de calidad para diversos usos del agua son la base para determinación de los objetivos de calidad en los tramos de un cuerpo receptor. Esta determinación generalmente demanda un proceso de modelación del cuerpo receptor en donde se consideran las condiciones más críticas de caudales del cuerpo receptor, las cargas futuras de contaminantes y la capacidad de asimilación del recurso hídrico. (Tulsma, 2014)

1.19.6. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo humano,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios, (Tulsma, 2014)

Esta Norma aplica a la selección de aguas captadas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, para lo cual se deberán cumplir con los criterios indicados en la siguiente (Tulsma, 2014)

TABLA VII. CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,2
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Coliformes Totales	NMP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75,0
Compuesto Fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Fuente: Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua.

TABLA VIII: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,01
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	200
Bario	Ba	mg/l	0,7
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,07
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Pt-Co	15
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Hierro total	Fe	mg/l	0,3
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Olor y sabor			No Objetable
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,05
Turbiedad		UTN	5

Fuente: Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua.

CAPITULO 2. MATERIALES Y MÈTODOS

2.1. MÈTODO

El trabajo de titulación se desarrolló mediante un diseño de investigación Analítico – Descriptivo de corte transversal mediante la NORMA ECUATORIANA INEN 1108:2014 de requisito y el aporte de información encontrada en el GAD 2015 (Gobierno Autónomo Descentralizados) de la Parroquia El Morro.

2.4. VARIABLES

- **Dependiente:** Calidad Del Agua
- **Independiente:** Resultados Físicoquímicos y microbiológicos

2.5. METODOLOGIA

El trabajo de investigación se realizó en la Parroquia de El Morro en los meses de febrero a marzo del 2017, se consideró a los tanqueros que distribuyen el agua a los diferentes sectores de El Morro.

2.6. EQUIPOS

EXAMENES FISICOQUIMICOS

Parámetro	Equipo	Marca	Metodología
Arsénico	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Cadmio	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Cobre	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Cromo	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Mercurio	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Níquel	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Plomo	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Thermo Fisher Scientific	St. Methods Ed. 22
Cloro Libre Residual	Comparador de cloro	Orbeco - Hellige Technical	St. Methods Ed. 22
Fluoruro	Nova 60	Merck	St. Methods Ed. 22
Nitratos	Nova 60	Merck	St. Methods Ed. 22
Nitritos	Espectrofotómetro	Hach	St. Methods Ed. 22
Turbidez	Turbidímetro	Orbeco - Hellige Technical	St. Methods Ed. 22

EXAMENES MICROBIOLÓGICOS

Parámetro	Equipo
Coliformes fecales	Filtración por membrana

2.7. PLAN DE MONITOREO DE LA MUESTRA

TABLA IX. PLAN DE MONITOREO: TOMA DE MUESTRAS EN TANQUEROS

NÚMERO DE MUESTRAS A ANALIZARSE

ID MUESTRA	FECHA	LUGAR DE TOMA	SECTOR
1	27/02/2017	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia
2	27/02/2017	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia
3	27/02/2017	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia
4	10/03/2017	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia
5	10/03/2017	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia
6	10/03/2017	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia
7	24/03/2017	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia
8	24/03/2017	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia
9	24/03/2017	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia

Fuente: Madeleen Paola Cruz Vargas 2017

2.8. MUESTREO

En la parroquia El Morro del cantón Guayaquil para objetivo del muestreo se ha dividido en tres puntos referenciados con el GPS. Para determinar la localización exacta del área de investigación.

TABLA X. UBICACIÓN GEOGRAFICA

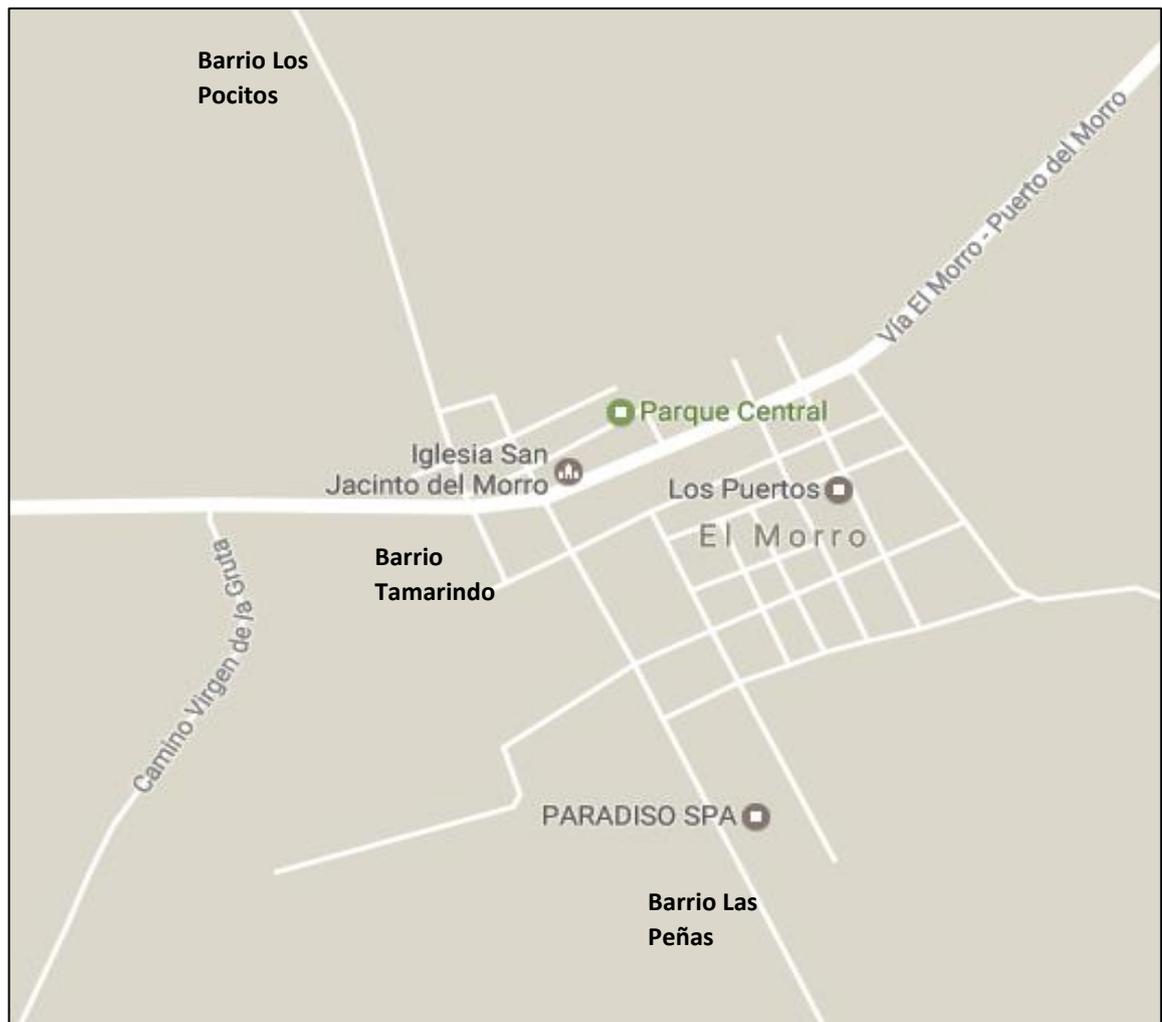
Sectores	GPS	Nombre Del Sector	Referencia
Norte	Latitud: 2°38'16.7"S Longitud: 80°19'35.5"W	Barrio Los Pocitos	Parque Recreativo
Sur	Latitud: 2°36'49.8"S Longitud: 80°18'22.2"W	Barrio Las Peñas	Hcda. Renacer
Centro	Latitud: 2°38'06.6"S Longitud: 80°19'34.2"W	Barrio Tamarindo	Cancha de fútbol

Fuente: Madeleen Paola Cruz Vargas 2017

2.9. ACCESIBILIDAD GEOGRÀFICA

En la parroquia El Morro fue importante la accesibilidad geogràfica, por ello se realizarà un recorrido previo para el reconocimiento las rutas de los tanqueros a fin de que se garantice que la forma de muestreo de los seis tanqueros aleatorios no afecte la durabilidad de las muestras.

GRAFICO I. MAPA DE LA PARROQUIA SAN JACINTO DE EL MORRO



Fuente: Google Maps 2017

2.10. MUESTRA

Se recolectaron 9 muestras de tanqueros que abastecen a la Población, la muestra y tipo de muestra es probabilístico no aleatorio estratificado.

- **Zona Norte:** es la zona superior de estudio donde se obtendrán tres muestras de tanqueros diferentes que distribuyen en esta zona: Tanquero 1 (T1), Tanquero 2 (T2), Tanquero 3 (T3)
- **Zona Sur:** es la zona inferior en donde se obtendrán tres muestras de la misma forma que el sector norte. Tanquero 4 (T4), Tanquero 5 (T5), Tanquero 6 (T6)
- **Zona Centro:** es la zona central del estudio donde se obtendrán tres muestras similares a los sectores anteriores. Tanquero 7 (T7), Tanquero 8 (T8), Tanquero 9 (T9)

TABLA XI. REGISTRÒ DE RECOLECCIÒN DE MUESTRAS**NÚMERO DE MUESTRAS A ANALIZARSE**

ID	FECHA	HORA DE TOMA	LUGAR DE TOMA	SECTOR	OBSERVACIÒN
T1	27/02/2017	09:15	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia	Tanquero N° 14
T2	27/02/2017	11:45	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia	Tanquero N° 7
T3	27/02/2017	14:03	Barrio Los Pocitos	Norte de la Parroquia	Tanquero N° 2
T4	10/03/2017	09:00	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia	Tanquero N° 9
T5	10/03/2017	11:26	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia	Tanquero N° 17
T6	10/03/2017	14:17	Barrio Las Peñas	Sur de la Parroquia	Tanquero N° 22
T7	24/03/2017	09:10	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia	Tanquero N° 3
T8	24/03/2017	11:36	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia	Tanquero N° 19
T9	24/03/2017	14:29	Barrio Tamarindo	Centro de la Parroquia	Tanquero N° 6

Fuente: Madeleen Paola Cruz Vargas 2017

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados los análisis respectivos a las muestras indicadas en el monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados.

TABLA XII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrió Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÀMETRO	UNIDAD
T1	1.22	<1	UFC/100 ML
T2	1.12	<1	UFC/100 ML
T3	1.08	<1	UFC/100 ML
MEDIA	1.14	<1	UFC/100 ML
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.07		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017

Los resultados obtenidos en la zona norte de la Parroquia El Morro sector Los Pocitos para Coliformes fecales se muestran positivos con un valor > 1 UFC/100ml, por encima de los límites permisibles en base a la Norma INEN 1108:2014. Estableciendo que la muestra T1 tiene el valor más elevado con 1.22 UFC/ml y la muestra T3 tiene el valor más bajo con 1.08 UFC/ml, con una media de 1.14 UFC/ml y una desviación estándar de 0.07 lo cual indica que los valores no están muy dispersos. El consumo de esta agua implica una probabilidad de adquirir enfermedades gastrointestinales causadas por bacterias.

TABLA XIII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÀMETRO	UNIDAD
T4	1.55	<1	UFC/100 ML
T5	0.55	<1	UFC/100 ML
T6	0.23	<1	UFC/100 ML
MEDIA	0.78		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.69		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

Las pruebas confirman la presencia de Coliformes fecales, en las muestras de agua analizadas en la zona Sur de la Parroquia El Morro sector Las Peñas, los resultados obtenidos para las muestras T5 y T6 están por debajo de 1 UFC/100ml cumpliendo con la NORMA INEN 1108:2014. Mientras que la muestra T4 está por encima del valor permitido por tanto no cumple con la NORMA INEN 1108:2014, esto puede deberse a que el tanquero que abasteció esta muestra es muy antiguo. La muestra T4 tiene el valor más elevado con 1.55 UFC/100ml y la muestra T6 tiene el valor más bajo con 0.23 UFC/100ml, con una media de 0.78 UFC/100ml y una desviación estándar de 0.69 ligeramente alta lo cual indica que los valores están dispersos,

TABLA XIV. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Coliformes Fecales”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T7	1.03	<1	UFC/100 ML
T8	1.25	<1	UFC/100 ML
T9	0.95	<1	UFC/100 ML
MEDIA	1.08		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.16		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

El análisis de las muestras obtenidas en la zona Centro de la Parroquia El Morro sector El Tamarindo confirma la presencia positiva para Coliformes fecales con un valor > 1 UFC/100ml, que resultan por encima de los límites permitidos en la NORMA INEN 1108:2014 en las muestras T7 y T8, y solo la muestra T9 se ajusta a la norma con un valor de 0.95 UFC/100 ml. Estableciendo que la muestra T8 tiene el valor más elevado con 1.25 UFC/ml y la muestra T9 con 0.95 UFC/ml siendo el valor más bajo, pero está dentro de los parámetros, con una media de 1.08 UFC/ml y una desviación estándar de 0.16 lo cual indica que los valores no están muy dispersos

TABLA XV. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T1	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T2	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T3	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

El agua para el consumo humano proveniente de los tres tanqueros en base a la NORMA INEN 1108:2014 en su análisis microbiológico indica que los resultados obtenidos en el sector norte de la Parroquia El Morro presentan la ausencia del microorganismo Cryptosporidium

TABLA XVI. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T4	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T5	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T6	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

En el sector Sur de la Parroquia El Morro el análisis microbiológico nos indica que el resultado de las tres muestras finales existe la ausencia total de microorganismos Cryptosporidium en el agua para el consumo humano proveniente de los tanqueros en base a la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XVII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Cryptosporidium”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T7	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T8	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T9	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

La ausencia de Cryptosporidium en el agua en el sector Centro El Tamarindo se mantiene la constante de los dos sectores anteriores cumpliendo con este parámetro en base a la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XVIII. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017: Parámetro “Giardia”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T1	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T2	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T3	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

El análisis microbiológico de Giardia realizado a tres muestras provenientes de tanqueros en la zona norte de la Parroquia El Morro indica en sus resultados la ausencia de este microorganismo en el agua proveniente de los tanqueros de comercialización de agua basándonos en los parámetros de la la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XIX. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Giardia”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T4	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T5	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T6	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

En la Parroquia El Morro en el sector Sur Las Peñas nos indican que en el agua proveniente de los tanqueros de comercialización no existe la presencia de microorganismos Giardia basándonos en los parámetros de la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XX. Indicador Microbiológico de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017: Parámetro “Giardia”

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T7	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T8	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T9	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
MEDIA	0	Quistes/litro	Ausencia
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

El agua comercializada por los tres tanqueros presenta la ausencia del microorganismo Giardia en el sector Centro El Tamarindo manteniéndose constante como en los sectores anteriores.

TABLA XXI. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017:

NORTE		PARÁMETRO		
		TURBIDEZ	COLOR	OLOR
	UNIDAD	Ntu	Utc	-
ID DE LA MUESTRA	T1	0.80	0.00	No objetable
	T2	0.65	0.00	No objetable
	T3	0.49	0.00	No objetable
	MEDIA	0.65	0	
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.16	0		
REQUISITO	Máx 5	Máx 15	No objetable	

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

La muestra T1 tiene el valor más alto correspondiente a 0.80 Ntu y la muestra T3 tiene el valor más bajo 0.49 Ntu con una media de 0.65NTu, cumpliendo con los requisitos determinados en la norma; de modo tal que la desviación estándar es 0.16 en la zona Norte. En cuanto al color y olor los resultados obtenidos están dentro de los requisitos permitidos por la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XXII. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017:

SUR		PARÁMETRO		
		TURBIDEZ	COLOR	OLOR
	UNIDAD	Ntu	Utc	-
ID DE LA MUESTRA	T4	0.23	0.00	No objetable
	T5	0.34	0.00	No objetable
	T6	0.27	0.00	No objetable
	MEDIA	0.28	0	
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.06	0	
	REQUISITO	Máx 5	Máx 15	No objetable

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

En la zona Sur la muestras T4 tiene el valor más alto con el valor 0.23 Ntu y la muestra T5 tiene un valor 0.34 Ntu con una media de 0.28 Ntu con una desviación estándar de 0.06 lo que indica que los resultados obtenidos están pocos dispersos. Por lo tanto, turbidez, color y olor están dentro de los requisitos permitidos por la NORMA INEN 1108:2014.

TABLA XXIII. Indicadores Físicos de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017:

CENTRO		PARÁMETRO		
		TURBIDEZ	COLOR	OLOR
	UNIDAD	Ntu	Utc	-
ID DE LA MUESTRA	T7	0.26	0.00	No objetable
	T8	0.34	0.00	No objetable
	T9	0.20	0.00	No objetable
	MEDIA	0.27	0	
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.07	0	
	REQUISITO	Máx 5	Máx 15	No objetable

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

Los parámetros turbidez, color y olor están dentro de los rangos permitidos por la NORMA INEN 1108:2014. En la zona Centro la muestras T9 tiene el valor más alto con el valor 0.20Ntu y la muestra T8 tiene un valor 0.34 Ntu con una media de 0.27 con una desviación estándar de 0.07 lo que indica que los resultados obtenidos están pocos dispersos.

TABLA XXIV. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua de Tanqueros registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017

NORTE		PARÀMETRO					
		Nitritos	Nitratos	Cloro Libre Residual	Fluoruro	Cianuro	Arsénico
UNIDAD		mg/l	mg/l	ppm	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T1	0.009	No objetable	0.10	No detectable	0.004	0.003
	T2	0.024	No objetable	0.15	No detectable	0.003	0.002
	T3	0.016	No objetable	0.18	No detectable	0.004	0.002
	MEDIA	0.016		0.14		0.004	0.002
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.008		0.04		0.001	0.001
REQUISITO		Máx 3.0	Máx 50	0.3 – 1.5	Máx 1.5	Máx 0.07	Máx 0.01

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017

Los parámetros nitratos –no objetable- y fluoruros –no detectable- cumplen con la NORMA INEN 1108:2014. Para Nitritos todas las muestras analizadas cumplen con la norma; la muestra T2 muestra el valor más alto 0.024 mg/L mientras que la muestra T1 presenta un valor de 0.009 mg/L con una media de 0.016 mg/ L y una desviación estándar de 0.008. En el caso de cianuros la media es de 0.004 mg/L y para Arsénico la media resulta de 0.002 mg/L valores muy por debajo del máximo permitido por la NORMA INEN 1180:2014.

Pudiéndose establecer que en el Sector Norte Los Pocitos todas las muestras analizadas cumplen con la NORMA INEN 1108:2014 en lo referente a los Indicadores Químicos arriba mencionados. Sin embargo, resulta particularmente inusual el valor del análisis químico del parámetro Cloro libre residual presentando la muestra T3 el valor más alto con 0.018 ppm y la muestra T1 el valor más bajo de 0.10 ppm con una media de 0.14 ppm, de modo tal que este valor es menos del 50% del rango mínimo permitido que es de 0.3 ppm basado en la NORMA INEN 1108:2014. La desviación estándar para nitritos, Cianuro, Arsénico y Cloro Libre Residual se encuentran en el orden de centésimas a milésimas lo que indica que los resultados obtenidos están pocos dispersos

TABLA XXV. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017

SUR		PARÁMETRO					
		Nitritos	Nitratos	Cloro Libre Residual	Fluoruro	Cianuro	Arsénico
UNIDAD		mg/l	mg/l	ppm	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T4	0.015	No objetable	0.11	No detectable	0.005	0.001
	T5	0.021	No objetable	0.16	No detectable	0.007	0.002
	T6	0.017	No objetable	0.12	No detectable	0.011	0.002
	MEDIA	0.018		0.13		0.008	0.002
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.003		0.03		0.003	0.001
REQUISITO	Máx 3.0	Máx 50	0.3 – 1.5	Máx 1.5	Máx 0.07	Máx 0.01	

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

Los parámetros nitratos y fluoruros cumplen la NORMA INEN 1108:2014 el uno no objetable y no detectable. La muestra T5 muestra el valor más alto 0.021 mg/L mientras que la muestra T4 presenta un valor más bajo de 0.015 mg/L con una media de 0.018mg/ L y una desviación estándar de 0.003mg/ L, lo que nos indica que los resultados no están muy dispersos.

Los parámetros que si cumplen con la NORMA INEN 1108:2014 nitratos y nitritos encabezan el análisis así como fluoruro ,cianuros y arsénico todos estos con valores muy por debajo del máximo permitido por la norma , Llamando mucho la atención los valores obtenidos en el parámetro Cloro Libre Residual presentando la muestra T5 el valor más alto con 0.16 ppm y la muestra T4 el valor más bajo de 0.11 ppm con una media de 0.13 ppm, de modo tal que este valor es menos del 50% del rango mínimo permitido que es de 0.3 ppm basado en la NORMA INEN 1108:2014. La desviación estándar del Cloro Libre Residual es 0.03 ppm los valores no están dispersos indicando que es frecuente la baja concentración de este parámetro en el agua expendida por tanqueros en el sector objeto de estudio.

TABLA XXVI. Indicadores Químicos de la Calidad de Agua de tanqueros registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017

CENTRO		PARÁMETRO					
		Nitritos	Nitratos	Cloro Libre Residual	Fluoruro	Cianuro	Arsénico
	UNIDAD	mg/l	mg/l	ppm	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T7	0.019	No objetable	0.18	No detectable	0.004	0.002
	T8	0.026	No objetable	0.21	No detectable	0.003	0.003
	T9	0.011	No objetable	0.12	No detectable	0.003	0.003
	MEDIA	0.019		0.17		0.003	0.003
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.008		0.05		0.001	0.001
	REQUISITO	Máx 3.0	Máx 50	0.3 – 1.5	Máx 1.5	Máx 0.07	Máx 0.01

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017

Los resultados de las tres muestras en el análisis químico efectuada al agua para el consumo humano en la zona centro de la Parroquia El Morro indican que Los parámetros nitratos y fluoruros cumplen la NORMA INEN 1108:2014 el uno no objetable y no detectable la muestra T8 muestra el valor más alto 0.026 mg/L mientras que la muestra T9 presenta un valor más bajo de 0.011 mg/L con una media de 0.019mg/ L y una desviación estándar de 0.008mg/ L , lo que nos indica que los resultados están muy dispersos ,para cianuros la media es de 0.003 mg/L valor muy por debajo del máximo permitido de 0.007 para Arsénico la media resulta de 0.003mg/L valor muy por debajo del máximo permitido que es de 0.001 mg/L.

Todo lo anterior expuesto a la NORMA INEN 1108:2014 resulta particularmente frecuente el valor del análisis químico del parámetro Cloro libre residual presentando la muestra T8 el valor más alto con 0.21 ppm y la muestras T9 el valor más bajo de 0.12 ppm con una media de 0.17 ppm, y una desviación estándar de 0.05 ppm de modo tal que este valor es menos del 50% del rango mínimo permitido que es de 0.3 – 1.5 ppm basado en la NORMA INEN 1108:2014 para Cloro Libre Residual.

Todas las muestras analizadas de los tres sectores seleccionados en el Plan de muestro evidencian un alarmante nivel bajo de Cloro libre residual, siendo una constante preocupante, ya que el cloro desinfecta el agua y su baja concentración afecta seriamente su calidad al llegar a los hogares de la Parroquia El Morro por medio de Tanqueros.

TABLA XXVII. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Norte de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Los Pocitos tomados en el Mes de Febrero del 2017

NORTE		PARAMETRO					
		Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Níquel	Plomo
UNIDAD		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T1	0.00005	0.0015	0.0012	0.0006	0.0007	0.00003
	T2	0.00007	0.0026	0.0009	0.0009	0.0006	0.00002
	T3	0.00002	0.0053	0.0004	0.0001	0.0004	0.00001
	MEDIA	0.00005	0.0031	0.0008	0.0005	0.0056	0.00002
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.00003	0.0020	0.0004	0.0004	0.0015	0.00001
REQUISITO		Máx 0.003	Máx 2.0	Máx. 0.05	Máx 0.006	Máx 0.05	Máx 0.01

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

Los resultados del análisis de metales pesados como Cadmio(Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Níquel (Ni) y Plomo (Pb) en el agua potable provenientes de tanqueros que se abastece a la población del sector norte de la Parroquia El Morro Barrio Los Pocitos muestran la existencia de cantidades mínimas de metales pesados por debajo de lo establecido en la Norma INEN 1108:2014 en las tres muestras analizadas.

TABLA XXVIII. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Sur de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio Las Peñas tomados en el Mes de Marzo del 2017

		PARAMETRO					
SUR		Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Níquel	Plomo
UNIDAD		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T4	0.00012	0.0002	0.0002	0.0009	0.0012	0.00004
	T5	0.00023	0.0001	0.0005	0.0006	0.0017	0.00001
	T6	0.00017	0.0004	0.0003	0.0004	0.0010	0.00006
	MEDIA	0.00017	0.0002	0.0003	0.0006	0.0013	0.00004
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.00006	0.0002	0.0002	0.0003	0.0004	0.00003
	REQUISITO	Máx 0.003	Máx 2.0	Máx 0.05	Máx 0.006	Máx 0.05	Máx 0.01

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

En el sector sur de la parroquia El Morro barrio las Peñas las muestras recolectadas de los tres tanqueros en el análisis de metales pesados como Cadmio(Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) , Níquel (Ni) y Plomo (Pb) , los resultados obtenidos arrojaron cantidades por debajo de lo establecido en la NORMA INEN 1108:2014

TABLA XXIX. Indicadores de Metales Pesados de la Calidad de Agua registrado en el Sector Centro de la Parroquia San Jacinto de El Morro Barrio El Tamarindo tomados en el Mes de Marzo del 2017

		PARAMETRO					
CENTRO		Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Níquel	Plomo
UNIDAD		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ID DE LA MUESTRA	T7	0.00011	0.0008	0.0002	0.0011	0.0008	0.00005
	T8	0.00009	0.0005	0.0005	0.0006	0.0012	0.00006
	T9	0.00017	0.0008	0.0002	0.0008	0.0009	0.00002
	MEDIA	0.00012	0.0007	0.0003	0.0008	0.0010	0.00004
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.00004	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.00002
REQUISITO	Máx 0.003	Máx 2.0	Máx 0.05	Máx 0.006	Máx 0.05	Máx 0.01	

Fuente: Madeleen Cruz Vargas 2017.

Para Cadmio(Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Plomo (Pb). Los resultados se mantienen constantes como en los dos sectores anteriores con cantidades por debajo de lo establecido por la NORMA INEN 1108:2014 para metales pesados en el sector Centro de la Parroquia El Morro Barrio El Tamarindo.

Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis físico químicos del agua potable expendida por Tanqueros en la parroquia El Morro se pudo determinar que todas las muestras arrojaron valores muy por debajo del máximo permitido por la NORMA INEN 1108:2014 para el parámetro Cloro Libre Residual por lo que se considera que el agua distribuida no es apta para el consumo de las personas.
- Los resultados microbiológicos de las nueve muestras obtenidas en la Parroquia El Morro presentan en su totalidad un alto número de Coliformes fecales siendo el sector Norte el más afectado con los valores más elevados; por lo tanto, el agua potable analizada no cumple con el requisito de la NORMA INEN 1108:2014.
- La República del Ecuador de conformidad con lo que establece la Constitución como norma jerárquica en su artículo 12, indica el derecho humano al agua que es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, e inembargable y esencial para la vida, por lo tanto, se entiende que el agua de consumo humano y uso doméstico son aquellos recursos hídricos que requieren de tratamiento convencional para lo cual deberán cumplir con los criterios de calidad establecidos en las normas sobre la base de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, tal como lo resalta el texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente y lo establecido en la NORMA INEN 1108:2014. En consecuencia, el resultado obtenido en la presente investigación no satisface los requerimientos establecidos en la normatividad ecuatoriana

Recomendaciones

- Realizar una futura investigación sobre la calidad del agua potable en el sector El Morro en la toma de agua donde se abastecen los tanqueros con el fin de determinar la situación del líquido vital en este punto y contrastar con los resultados frutos de esta investigación.
- Realizar controles periódicos al sistema de abastecimiento del agua, para garantizar de esta forma que este líquido vital se mantenga inocuo desde la central de distribución hasta los diferentes sitios a los que va destinado, previniendo así alguna posible contaminación a futuro.
- Realizar una charla de concientización a la población de la parroquia rural de El Morro sobre el riesgo que corren si consumen el agua que se distribuye en tanqueros, y los problemas que pueden presentarse en su salud si continúan con el consumo de esta agua, así como métodos caseros de desinfección.
- Realizar un estudio más profundo del microorganismo *Cryptosporidium* en agua potable, ya que es un indicador de contaminación poco inusual pero importante.

Bibliografía

1. Alcadia, d. G. (2017). La nueva agencia de Interagua. Guayaquil.
<http://guayaquil.gob.ec/noticias-actuales/1228>
2. Arévalo, C. G. (2015). Evaluacion de la calidad de agua de juntas administradores de agua potable en el cantòn Montùfar. Ibarra, Sierra.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4329/1/03%20RNR%20190%20TESIS.pdf>
3. Aricoché, M. M. (2012). SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEAGUA POTABLE PARA CUATRO POBLADOS RURALES. Piura.
4. Asamblea Nacional. (2014). Registro Oficial 305. Ecuador.
<http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
5. Cárdenas, d. (2010). estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutùcam. Azuay.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pd>
6. constitución de la república del Ecuador. (2016). Recursos Naturales. Montecristi.
http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
7. Espín, V. E. (2012). CANTIDAD DE AGUA POTABLE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS. Ambato.
<http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3047/1/TESIS%20VICKY.pdf>
8. Fundación Nacional De La Salud. (2013). manual práctico de Análisis de agua. Brasilia.
http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualaguaespanholweb_2.pdf

9. GAD. (2010). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO. Guayaquil.
10. GAD. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EI MORRO. Guayaquil.

[http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538740001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20RURAL%20DEL%20MORRO%2028%2010%202015%20\(1\)_30-10-2015_16-38-46.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538740001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20RURAL%20DEL%20MORRO%2028%2010%202015%20(1)_30-10-2015_16-38-46.pdf)
11. García, L. &. (2014). PSEUDOMONAS AERUGINOSA UN INDICADOR COMPLEMENTARIO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO A NIVEL DE SUDAMÉRICA. The Biologist.

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologist/v12_n1/pdf/rev2v12n1.pdf
12. Hayes. (1993). Microbiología e Higiene de Alimentos .Zaragoza España.

https://books.google.com.co/books/about/Microbiolog%C3%ADa_e_higienede_los_alimento.html?hl=es&id=g9yrAAAACAAJ
13. INEN. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. Quito.

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>
14. INEN. (2014). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. Quito.

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
15. Instituto Nacional de Higiene. (2015). Giardia lamblia. Mexico.

<http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Giardia%20lamblia%202016.pdf>
16. Kroehler, C. J. (2014). Potable Water Quality Standards and Regulations: A Historical and World Overview. En potable water.

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-06563-2_1

17. Ministerio del Ambiente. (2015). REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA. QUITO: Cep.

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>

18. Muyulema, J. F. (2013). OPTIMIZACIÓN DE LA UNIDAD DE FLOCULACIÓN Y CALIDAD, MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA SININCAY. Cuenca.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4751/3/Tesis.pdf>

19. Oleas, B. F. (2016). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA RURAL DE CUBIJÉS DEL CANTÓN RIOBAMBA. RIOBAMBA.

20. OMS. (2011). guías para la calidad del agua potable. Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/97892_41548151_eng.pdf

21. OMS. (2015). Guías para la calidad del agua potable.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwg3_es_full_lowres.pdf

22. Orellana, J. (2014). Características del agua potable.

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf

23. Pérez, M. A., & Bruzu, E. (2012). Cryptosporidium spp. y Criptosporidiosis. venezuela.

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562005000100003

24. Rojas, C. C. (2012). Cryptosporidium spp: UN PARÁSITO EMERGENTE ASOCIADO A DIARREA. Argentina: Revista Gastrohnutp.

<http://revgastrohnutp.univalle.edu.co/a12v14n3s1/a12v14n3s1art4.pdf>

25. SNET, S. N. (2012). ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA" . El Salvador.

<http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculolCA.pdf>

26. Solano, E. A. (2011). Calidad de Agua Superficial en Latinoamérica. Guatemala.

http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/images/a/a1/Garcia_Solano_EvelynAlejandra_201015211_Aplicaci%C3%B3n_Word.pdf

27. Tulsma. (2014). ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:.

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>

28. UNESCO. (2016). Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

ANEXOS

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 1108

Quinta revisión
2014-01

AGUA POTABLE. REQUISITOS

DRINKING WATER. REQUIREMENTS

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la OMS, 4ta. Ed, 2011.

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.
ICS: 13.060.20

10 Páginas

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01
---	------------------------------------	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

Ministerio de salud Pública *REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA ALIMENTOS PROCESADOS* Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

4. DEFINICIONES

4.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

4.1.1 Agua potable. Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

4.1.2 Agua cruda. Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

4.1.3 Límite máximo permitido. Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

4.1.4 ufc/ml. Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

4.1.5 NMP. Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

4.1.6 mg/l. (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

4.1.7 Microorganismo patógeno. Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

4.1.8 Plaguicidas. Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

4.1.9 Desinfección. Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

4.1.10 Subproductos de desinfección. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

4.1.11 Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

4.1.12 Sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

4.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

5. REQUISITOS

5.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5.2 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

PARAMETRO	UNIDAD	Limite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual [†]	mg/l	0,3 a 1,5 ^{††}
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

[†] Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos
* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu
** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitritriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-Triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

TABLA 6. Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.3 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).



Espectrofotómetro





Tanquero del Morro



Horno de Grafito



Generador de hidruros



Espectrofotómetro de Absorción Atómica

Filtración por membrana

