

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO
VALDIZÁN”
ESCUELA DE POST GRADO**



**CALIDAD FISICOQUIMICA Y BACTERIÓLOGICA DEL
AGUA Y SU EFECTO EN EL CONSUMO HUMANO QUE
DISTRIBUYE EMAPACOPSA A LA POBLACION DE
PUCALLPA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Mg. EDUARDO ZORRILLA TARAZONA

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA:

Con mucho afecto para mis seres queridos:

Mis padres, hermanos, esposa e hijos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminarme y ser mi guía en todos los momentos de mi vida.
A la Universidad Nacional "Hermilio Valdizan", en la Escuela de Post
Grado, por contribuir en mí desarrollo profesional.

RESUMEN

El peligro más común con relación al agua de consumo humano es de su contaminación, directa e indirectamente, debido a la acción de agua residuales, debido a las excretas de hombres y animales, además de factores fisicoquímicos y ambientales. El presente trabajo tuvo como objetivos mejorar los requisitos existentes para perfeccionar los estándares de calidad del agua de uso humano; identificar y evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano que distribuye emapacopsa en Pucallpa.

El estudio se inició en enero del 2016 y finalizó en diciembre del 2016. Se analizaron 20 muestras de agua del sistema de almacenamiento y distribución de aguas de inmuebles, 9 muestras provenientes del distrito de Callería de los 9 puntos fijados, 5 muestras del distrito de Yarinacocha de los 5 puntos fijados, 6 muestras del distrito de Manantay de los 6 puntos fijados.

La parte práctica comprendió la recolección de las muestras y realización de análisis fisicoquímico y bacteriológico. En la realización del análisis fisicoquímico los parámetros determinados fueron: Cloruros, conductividad, oxígeno disuelto, pH, turbidez y sólidos totales disueltos. Y en el análisis Bacteriológico se determinó el NMP (número más probable) de coliformes totales, coliformes fecales, coli, conteo de bacterias heterótrofas. Los análisis se realizaron en los Laboratorios de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental DESA-Ucayali.

El objetivo general de la investigación: Contribuir con la población en la búsqueda de soluciones para mejorar la Calidad de vida.

Con la realización de este trabajo se comprobó que el agua que distribuye emapacopsa en los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay es de buena calidad, se tendrá que corregir tres puntos del distrito de Callería que presenta contaminación bacteriológica en un grado mínimo.

Palabras claves: Análisis Fisicoquímicos y Bacteriológicos: agua de calidad para consumo humano.

SUMMARY

The most common hazard in relation to water for human consumption is its contamination, directly and indirectly, due to the action of residual water, due to the excreta of men and animals, as well as physicochemical and environmental factors. The objective of the present work was to improve the existing requirements to improve water quality standards for human use; To identify and to evaluate the physicochemical and Bacteriological quality of the water of human consumption that distributes emapacopsa in Pucallpa.

The study began in January 2016 and ended in December 2016. Twenty water samples were analyzed from the water storage and distribution system of real estate, nine samples from the district of Callería from the nine fixed points, five samples from the district of Yarinacocha of the 5 points set, 6 samples of the Manantay district of the 6 points set.

The practical part included the collection of the samples and the accomplishment of physicochemical and Bacteriological analysis. In the physicochemical analysis the determined parameters were: Chlorides, conductivity, dissolved oxygen, pH, turbidity and total dissolved solids. And in the microbiological analysis was determined the MPN (most probable number) of total coliforms, fecal coliforms, coli, heterotrophic battery counting. The analyzes were carried out in the Laboratories of the Executive Direction of Environmental Health DESA-Ucayali.

The general objective of the research: To contribute with the population in the search of solutions to improve the quality of life.

With the accomplishment of this work it was verified that the water that distributes emapacopsa in the districts of Calería, Yarinacocha and Manantay is of good Quality, it will have to correct three points of the district of Callería that presents bacteriological contamination to a minimum degree.

Keywords: Analysis physico-chemical and Bacteriological: water quality for human cunsumo.

RESUMO

Perigo mais comum em relação à contaminação da água potável é direta e indiretamente, pela ação das águas residuais, excreta por causa de homens e animais, bem como físico-químicas e fatores ambientais. Este estudo teve como objetivo melhorar os requisitos de normas existentes para melhorar a qualidade da água para uso humano; identificar e avaliar a qualidade bacteriológica da água potável físico-química e distribuído por emapacopsa em Pucallpa

Estudo começou em Janeiro de 2016 e terminou em dezembro de 2016. 20 amostras de água foram analisadas sistema de armazenamento e propriedade de distribuição de água, 9 amostras do distrito Callería de 9 pontos definidos, 5 amostras distritais Yarinacocha conjunto de 5 pontos, 6 amostras distrito Manantay os 6 pontos definidos.

A prática compreendido recolha de amostras e para a análise bacteriológica e físico-química. Na forma de realização da análise físico-química dos parâmetros determinados foram: cloretos, condutividade, oxigênio dissolvido, pH, turbidez e sólidos totais dissolvidos. Na análise microbiológica NMP (número mais provável) de coliformes totais, coliformes fecais, coli, foi determinada baterias contagem heterotróficas. As análises foram realizadas nos laboratórios da Diretoria de Saúde Ambiental DESA-Ucayali.

Objetivo geral da pesquisa: Contribuir para a população na busca de soluções para melhorar a qualidade de vida.

Com a conclusão deste trabalho, verificou-se que a água distribuída nos distritos de emapacopsa Calería, Yarinacocha e Manantay é de boa qualidade, que terá de corrigir três pontos Callería contaminação bacteriológica que apresenta um grau mínimo.

Palavras-chave: água de qualidade para consumo humana: análise bacteriológica físico-química e.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural de gran importancia para la supervivencia de todo ser vivo, por lo que debe conservarse libre de contaminantes que afecten la salud de quienes la consumen.

Entre los contaminantes están: Las bacterias patógenas que ocasionan enfermedades al ser humano; por lo cual es importante que el agua que distribuye emapacopsa destinada al consumo humano y uso doméstico se encuentre potable (Romero Rojas, 1999).

La presente investigación se realizó en la ciudad de Pucallpa; los principales problemas de disponibilidad del agua son el desbaste, descuido en la potabilización.

En la mayoría de los pobladores, las familias se abastecen de agua que distribuye emapacopsa convirtiéndose en duda para los habitantes si consumen agua de buena calidad o no, uno de los principales medios de transmisión de enfermedades es el parasitismo intestinal, relacionándolo directamente con la calidad del agua que consumen, principalmente en niños menores de cinco años.

Para evaluar la calidad del agua que distribuye emapacopsa, se realizaron análisis físico químico y Bacteriológico especificado por Normas Nacionales e Internacionales Organización Mundial de la Salud (OMS) para Agua Potable, los que indicaron el contenido actual de contaminantes; para luego comparar los resultados con las normas establecidas Se comprobó que el agua que distribuye emapacopsa es de buena calidad en los distritos de Yarinacocha y Manantay, en distrito de Callería solo un 85% es de buena calidad y un 15% presentó contaminación bacteriológica y un grado mínimo.

La presente investigación fue desarrollada a través de los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: Descripción del problema; Formulación del problema: Problema General y Problemas Específicos;

Objetivo General y Objetivo Específicos; Hipótesis y/o Sistema de Hipótesis: Hipótesis General e Hipótesis Específicas; Variables: Variable independiente y Variable dependiente; Justificación e importancia; Viabilidad y Limitaciones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO: Antecedentes; Bases teóricas y Bases Epistémicas.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO: Tipo de investigación: Nivel de Investigación; Diseño y esquema de la investigación; Población y muestra; Instrumento de recolección de datos: Observación, Encuestas; Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS: Diagnóstico de la calidad de agua que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: Diagnóstico de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua y su efecto en el consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

Conclusiones y Sugerencias

Bibliografía y Anexos

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
RESUMO	VI
INTRODUCCIÓN	VII
INDICE	IX
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS Y/ O SISTEMAS DE HIPÓTESIS	4
1.5. VARIABLES	4
Variable dependiente	4
Variable Independiente	4
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
1.6.1. Justificación	5
1.6.2. Importancia	5
1.7. VIABILIDAD	5
1.8. LIMITACIONES	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. BASES TEÓRICAS	17
2.2.1. Calidad	17
2.2.2. Parametros de calidad de Agua	17
a).Parámetros Físicos	17
b).Parámetros Químicos	21
c). Parámetros indicativos de contaminación orgánica	24

<i>d).Parámetros Bacteriológicos</i>	25
2.2.3. <i>Metodos de análisis de calidad de agua</i>	27
2.3. DEFINICION CONCEPTUAL	34
2.4. BASES EPISTEMICOS	35
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1. <i>TIPO DE INVESTIGACION</i>	37
3.2. <i>DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	38
3.3. <i>POBLACIÓN Y MUESTRA</i>	39
3.4. <i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</i>	39
3.5. <i>TÉCNICAS DE RECOJO DE DATOS</i>	40
3.5.1. <i>TECNICAS DE RECOJO DE DATOS Y PROCEDIMIENTO</i>	5
	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	
4.1. <i>TRABAJO DE CAMPO Y PROCESO DE CONTRASTE DE LA HIPOTESIS</i>	43
4.1.1. <i>UBICACION DE PUNTOS</i>	41
4.1.2. <i>RESULTADOS DE LOS ANALISIS</i>	46
4.1.3. <i>CLASIFICACION DE MUESTRAS DE AGUA POR SU CALIDAD</i>	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
a-1) <i>DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA</i>	52
CONCLUSIONES	55
SUGERENCIAS	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	60

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las aguas superficiales del río Ucayali, tratadas en una planta de tratamiento con una producción de 240 lps., y produciéndose un promedio mensual de 508,831 m³/mes, representa el 79% del agua total producida.

Las aguas subterráneas, para lo cual se cuenta con cinco pozos, de los cuales 3 se encuentran operando a la fecha con una producción de 136,465 m³ que representa el 21% de agua total producida.

El agua cruda del río Ucayali, es captada mediante balsas flotantes utilizándose en época de vaciante la balsa N° 3 "Pucalpilllo y en crecida la balsa N° 1 "José del C. Cabrejos". A la fecha de inspección se encuentra en operación la Balsa N° 1, la cual dispone de 3 bombas de 240 lps accionadas por motores diesel de 240 HP. Se conduce aproximadamente 240 lps.a través de una línea de conducción de aproximadamente 4000 ml,la cual en parte se encuentra en el cauce en aproximadamente 2000 ml.

La Balsa N° 1 se ubicada al nor-este de la ciudad en la orilla del nivel de crecida del río, opera solamente en los meses de crecida (enero a abril) en que se deja de operar la Balsa N° 3; dicha balsa dispone de tres

electrobombas de 135 lps, y cuenta con suministro eléctrico, conduciéndose las aguas crudas a la planta de tratamiento mediante una línea que tiene una longitud de 900 ml. La planta de tratamiento está compuesta principalmente de dos unidades de clarificación Decremento de 245 lps cada una, 8 unidades de filtros rápidos, sala de cloración, cisternas de 5,900 m³ de capacidad y una estación de bombeo. Además, se aprecia la existencia de una antigua planta convencional de 70 lps, en abandono. La planta opera 20 horas diarias, desde las 05:00 hasta las 03:00 horas del día siguiente.

Los pozos tubulares se ubican dentro de la ciudad: el pozo N° 2 de capacidad nominal de 50 lps y pozo N° 4 de 90 lps no se encuentran operativos y presentan problemas de pérdida de verticalidad; el pozos N°3 de capacidad nominal de 50 lps presenta problemas de arena miento por lo que su producción se ha reducido a 25 lps; el pozo N° 1 produce 60 lps y el pozo N° 5 de reciente operación se encuentra en fase de desarrollo produciéndose 25 lps.

El sistema de distribución consta de 8 sectores:

Sectores 1, 2 y 3:

Con 12,874 conexiones totales corresponde a la parte central de la ciudad y abastecido por la planta de tratamiento y el pozo N° 2.

Sector N° 4:

Con 2,349 conexiones totales es abastecido por el pozo N°1

Sector N° 5:

Con 4,349 conexiones totales es abastecido por el pozo N° 5.

Sector N° 6 y 7:

Con 3,145 conexiones totales dependen del pozo N° 4, el cual no ha entrado en funcionamiento por pérdida de verticalidad de pozo.

Sector N° 8:

Con 1,100 conexiones totales corresponde al distrito de Yarinacocha, ha entrado en operación desde el mes de mayo del 2002, y se abastece del pozo N° 5.

Es por eso que, el agua potable es un recurso natural muy valioso ya que es importante no permitir que lo dañen las actividades humanas.

Por tal motivo el Gobierno Regional y la Municipalidad, deben gestionar los recursos necesarios para evitar su contaminación y mejorar las redes.

Es de fundamental prioridad investigar la calidad del agua proveniente de emapacopsa, para asegurarse que no se esté ante una excesiva contaminación del suelo y del nivel freático. Es por ello que es necesario comprender mejor los alcances de la contaminación de aguas de emapacopsa.

Debido a que el uso generalizado de los sistemas de disposición local puede contaminar seriamente las redes por antigüedad con microorganismos patógenos y productos de la biodegradación de excretas humanas, como son los nitratos lo que estaría exponiendo a las personas a un posible riesgo de enfermedades.

En los AA.HH de nuestra localidad, los pobladores obtienen el agua para el consumo humano de pozos tubulares, agua subterránea, agua superficial y hacen uso de ellas sin recibir un tratamiento previo (cloración), como pudo ser verificado en una inspección realizada en conjunto con personal de la DESA, donde se comprobó que más del 80% de puntos muestreados no presentan cloro residual libre (Informe DESA Nro. 85-2011/GOREU/DIRESA-DESA-U).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la evaluación fisicoquímica y bacteriológica propicia un mejoramiento en la calidad de agua Potable que distribuye emapacopsa, en el consumo humano de la ciudad de Pucallpa?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera la determinación de la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa, mejora el servicio a la población de Pucallpa?
- ¿En qué medida favorece la determinación de la calidad bacteriológica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVO ESPECÍFICOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa y su efecto en la población de Pucallpa.
- Verificar en qué medida favorece la determinación de la calidad bacteriológica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

Si la evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa, entonces mejora significativamente en el servicio.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- La determinación de la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa mejorara el servicio a la población de Pucallpa.
- Con un buen análisis bacteriológicos del agua para consumo que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa, mejorara el servicio

1.5. VARIABLES

Variable Independiente

Determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua.

Variable Dependiente

Efecto en el consumo Humano.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.6.1. Justificación

El desarrollo de la presente investigación posee una justificación práctica y metodológica¹.

1.6.2. Importancia

El presente proyecto es importante porque va a solucionar un problema en “determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa”

El trabajo también se justifica puesto que permitirá controlar las posibles enfermedades gastrointestinales provocadas por la contaminación de este recurso hídrico que es usado para el consumo humano.

1.7. VIABILIDAD

El presente proyecto es viable porque Emapacopsa es parte de la Municipalidad de Coronel Portillo y cuenta con presupuesto para mejorar todo el sistema de red a fin de evitar propagaciones de posibles enfermedades gastrointestinales provocadas por la contaminación de este recurso hídrico.

1.8. LIMITACIONES

1.8.1. Limitaciones de tiempo:

Según el cronograma de actividades la investigación se desarrolló de enero de 2016 a diciembre de 2016.

¹ Según Cesar Augusto Bernal la justificación de una investigación puede ser de carácter teórico, práctico o metodológico. Posee justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente; posee justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarlas contribuyen a resolverlas; posee justificación metodológica cuando la investigación a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.

1.8.2. Limitaciones de espacio:

La presente investigación se desarrolló en la Provincia de Coronel Portillo, Distritos de Callería, Manantay y Yarinacocha.

1.8.3. Limitaciones de recursos:

Existió disponibilidad financiera por parte del doctorando para el desarrollo de la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos con trincados dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad.

En este apartado, se abordarán los principales conceptos teóricos que sientan las bases para la presente investigación.

En primer lugar, cabe citar a Dourejeanni (2011) quien plantea que “la gestión del agua siempre se lleva a cabo, no se detiene nunca, porque nada ni nadie puede desarrollarse sin este vital recurso”. Las condiciones en que se lleva a cabo esa gestión muchas veces conllevan a la captación de agua con una calidad no apropiada para el consumo humano, o en cantidades insuficientes, o en forma ilegal, incluso pudiendo afectar al ambiente o a otros usuarios.

Es por ello que se requiere una organización adecuada para su gestión a nivel de sistema hídrico, o de lo contrario “se generará un caos, se fomentará la inequidad, se incrementará la vulnerabilidad, se propagarán los conflictos y se tornará más difícil el desarrollo de grandes obras de aprovechamiento y de regulación del recurso” (Dourojeanni, 2011). Para abordar una problemática ambiental, es necesario hacerlo desde una perspectiva sistémica. Como se anticipó en la Introducción de la Tesis, el ambiente es un sistema complejo, caracterizado por García (2006 y 2011) como una confluencia de diversos elementos y procesos interrelacionados, con una dinámica propia, que funciona como una totalidad organizada.

Estas características exigen que el abordaje del sistema ambiental sea más que la suma de estudios de cada uno de los elementos constituyentes. Se deben evaluar sus interrelaciones, haciendo uso para ello de conocimientos y herramientas tanto de las ciencias y como de las sociales.

Por lo cual la búsqueda del desarrollo sustentable exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (Gallopín, 2003) y debe tender al equilibrio de modo tal de lograr el bienestar social, el desarrollo económico y la integridad ecológica.

Por otra parte, Gallopín et al. (2001) sostienen que la búsqueda de la sostenibilidad ambiental requiere cambios en la manera en que se desarrolla la ciencia, así como en la divulgación y uso de los conocimientos científicos.

En el estudio de una problemática ambiental, es necesario definir el sistema dentro del cual se aísla el problema de investigación y analizar las interconexiones del problema con otras variables, así como su evolución en el tiempo. Ante la complejidad que caracteriza al sistema ambiental, existe un grado de incertidumbre asociada, por lo que los autores proponen que en la investigación del problema y su posible evolución es necesario incluir

todos los factores importantes, incluso aquellos que no son cuantificables (Gallopín et al., 2001).

La Declaración también indica que la cuenca es la entidad geográfica más apropiada para la planificación y gestión del agua, tanto superficial como subterránea. Las características de los recursos hídricos hacen que esa unidad sea la cuenca hidrográfica, territorio naturalmente delimitado por las divisorias de aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce (Jouravlev, 2003). Sin embargo, en la gran mayoría de los casos los límites de las cuencas no coinciden con las demarcaciones político-administrativas de los gobiernos.

El abordaje de las problemáticas hidrológicas debe enmarcarse en el enfoque de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), el cual plantea un tratamiento de los temas del agua de una manera sustentable y sistémica. Una de las definiciones más aceptadas sobre la GIRH es la brindada por la Asociación Mundial del Agua (GWP, 2000): “un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”. Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales - Corina Iris Rodríguez Según Jouravlev (2003) la gestión integrada de los recursos hídricos debe comprender la interrelación de: la gestión del agua para todos sus usos; el manejo del agua a nivel de cuencas; las diferentes fases del ciclo hidrológico; los intereses económicos, sociales, culturales y ambientales; aquellas características del recurso que tengan influencia sobre los usuarios (como la calidad o disponibilidad del agua); y las interrelaciones del agua con otros recursos naturales relacionados.

El enfoque de GIRH ayuda a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Reconoce los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y sobreexplotan el agua, y las necesidades del medio ambiente. Pone énfasis en la

participación en los procesos de formulación de leyes y políticas, estableciendo una buena gobernabilidad y creando acuerdos normativos e institucionales efectivos que permitan tomar decisiones más equitativas y sostenibles.

Existe una gama de herramientas, tales como evaluaciones sociales y ambientales, instrumentos económicos, y sistemas de información y monitoreo, que respaldan este proceso (GWP, 2009). Para abordar los desafíos de la gestión integrada del agua se necesitan respuestas de dos tipos principales, las estructurales y las institucionales, ambas relevantes e interrelacionadas. Las primeras, tienen un alto costo económico, tienden a ser visibles, generan más atención y se vuelven atractivas desde el punto de vista político.

En cambio, las medidas institucionales son de bajo costo, a veces política o socialmente polémicas y a menudo menos tangibles, cuestiones por las que tienen un perfil mucho más bajo (GWP, 2009). Particularmente para las aguas subterráneas, según Custodio (2011) existen diferentes aspectos involucrados en su gestión, por un lado, la importancia de atender a una necesidad de agua, tanto para el uso sanitario y de consumo humano, como para las distintas actividades económicas.

Por otra parte, se debe tender a la protección de la calidad del agua subterránea, regulando la construcción y mantenimiento de las captaciones y estableciendo áreas de protección de las destinadas al abastecimiento humano.

En ese sentido es fundamental conocer la relación entre el agua subterránea y el sistema ambiental, teniendo en cuenta los diversos aspectos que lo componen como anteriormente fue descrito.

También es muy importante considerar el valor que tiene el agua, tanto el costo de su obtención y puesta a disposición, y los precios que los usuarios deben enfrentar para adquirirla.

Asimismo, deben considerarse los valores sociales asociados al uso del recurso subterráneo, debido a las tensiones o conflictos que pueden surgir en las comunidades por su aprovechamiento y accesibilidad. Además, en la gestión integrada del agua, es sustancial la identificación de los actores, a los que Dourejeanni (2000) denomina “actores del proceso de gestión”, y las relaciones entre ellos.

El grado de participación de cada uno de ellos es variable. Pueden ser decisivos para dirigir los procesos, participantes activos o pasivos, poseedores de muchos o pocos recursos, actuar solos o agrupados, tener o no respaldo de gente o instituciones e intervenir desde el interior o exterior del ámbito.

El concepto de gestión social se refiere al “proceso completo de acciones y toma de decisiones recorridas desde el abordaje de un problema, su estudio y comprensión, hasta el diseño y operación de propuestas en la realidad. Implica un aprendizaje conjunto y continuo para los grupos sociales, que les permite incidir en los procesos de la toma de decisiones dentro de la dimensión política” (ITESO, 2001).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) afirma la necesidad de conocer los actores involucrados en el manejo del agua, sus roles, responsabilidades e intereses. Llamas et al. (2006) indican que se requiere un alto grado de participación de los mismos en el manejo del agua subterránea, sin cuya colaboración es imposible alcanzar una buena gobernanza del agua.

El concepto de gobernanza implica la democratización del poder en relación al recurso teniendo como primer objetivo al individuo usuario del agua subterránea (Da Franca, 2012). La gobernanza se refiere a la mayor capacidad de decisión e influencia de los actores no gubernamentales sobre la definición de políticas públicas relacionadas al agua (Foro Mundial del Agua, 2012).

En este sentido, Villholth (2006) destaca que la utilización y degradación cada vez mayor de las aguas subterráneas a nivel mundial, asociada a la escasa intervención de los gobiernos en su manejo, generan la necesidad de afrontar la problemática a través de esfuerzos coordinados.

Se requiere de la participación de la comunidad científica, la formación de redes y la capacitación y promoción sobre el uso sustentable del agua.

Asimismo, remarca que para el manejo integrado del agua se requiere tanto de conocimiento e información sobre los recursos y herramientas para su adecuado manejo, como de voluntad política para afrontar los problemas. Según Custodio y Cardoso da Silva (2008) dos grandes dificultades deben ser superadas en la gestión del agua, En este sentido, cabe introducir al concepto de justicia ambiental, que según Acsehrad (2010) incluye una serie de principios, tales como asegurar: el acceso justo y equilibrado a los recursos naturales; que ningún grupo social deba soportar una parte desproporcionada de las consecuencias ambientalmente.

El uso del suelo, resultado de la interacción entre la acción antrópica y el medio natural, otorga características particulares a un espacio geográfico (Marlenko, 2003), y es útil para conocer la organización del territorio, indicando los usos más frecuentes y su distribución espacial.

Asimismo, el seguimiento de la evolución del uso del suelo permite medir la tendencia de crecimiento o decrecimiento de los mismos, y detectar aquellos que pueden provocar impactos ambientales, entre ellos los vinculados al recurso hídrico subterráneo. Tras haber definido los conceptos teóricos más importantes referidos a la gestión del agua, seguidamente se abordan los relacionados al medio físico-natural, particularmente el medio subterráneo, avanzando desde las nociones más generales hacia las específicas.

El ciclo hidrológico es la permanente transferencia de agua de unos puntos de almacenamiento a otros, con cambios en sus estados físicos y en su composición química y biológica, movilizadado por la energía solar y la acción gravitacional.

Constituye un sistema por el cual el agua se transporta conservando su volumen. Por un lado, las variaciones de la temperatura son responsables de la ocurrencia de fenómenos como evaporación, condensación y congelamiento del agua.

Mientras que la gravedad terrestre es la fuerza que ocasiona la precipitación, produce la infiltración y hace fluir las aguas superficiales y subterráneas. La disminución del transporte de oxígeno se manifiesta clínicamente cuando la concentración de metahemoglobina alcanza o supera el 10% de la concentración normal de hemoglobina; esta enfermedad, denominada metahemoglobinemia, produce cianosis y, en concentraciones más altas, asfixia". Además, la hemoglobina de los lactantes menores tiene mayor tendencia a transformarse en metahemoglobina que la de los niños de más edad y los adultos (OMS, 2008 y 2011). La calidad del agua para consumo también incluye la evaluación de la presencia de microorganismos patógenos. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008) propone un conjunto de microorganismos indicadores que incluyen bacterias y virus patógenos.

Entre las bacterias patógenas indicadoras se encuentran los coliformes totales, microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua y resultan útiles para evaluar la eficacia de tratamientos y la limpieza de sistemas de distribución.

También se incluyen las bacterias coliformes termotolerantes y en especial *Escherichia coli*, que constituyen indicadores de contaminación fecal. Otro indicador es el recuento de bacterias heterótrofas que resulta útil para evaluar tratamientos y procesos de desinfección, así como el estado y limpieza de sistemas de distribución. Los enterococos intestinales pertenecen al grupo de estreptococos fecales y constituyen un indicador de

contaminación fecal, además tienden a sobrevivir más que *E. coli* en agua y son más resistentes a la cloración. Por otra parte, las bacterias del género *Clostridium* son altamente resistentes a los procesos de desinfección y a condiciones ambientales desfavorables y su supervivencia es excepcionalmente larga, por lo que componen un indicador de contaminación fecal previa y se asocia su presencia a la existencia de protozoos y virus en agua (OMS, 2008). En la presente investigación, revisten especial interés las aguas residuales o efluentes cloacales, genéricamente denominadas efluentes domiciliarios. Éstas contienen diversos contaminantes, entre los que se destacan los microorganismos patógenos como ciertas bacterias, virus, protozoos y helmintos, y la materia orgánica, constituida por materia fecal, papel higiénico, restos de alimentos, jabones y detergentes (Mariñelarena, 2006).

En muchos casos, tales como los sectores periurbanos y rurales en estudio, se realiza la disposición in situ y sin tratamiento de los efluentes domiciliarios. Puede llevarse a cabo según diferentes métodos, sea por derrame sobre la superficie del terreno, por dilución de los efluentes en aguas superficiales, o por disposición su superficial. Este último utiliza excavaciones para verter las aguas residuales en el terreno, por debajo de su superficie.

Dentro de las instalaciones sanitarias domiciliarias, existen letrinas con o sin arrastre hidráulico, cámaras sépticas, pozos absorbentes, campos de infiltración y percolación sub superficial, entre otros.

Es importante el tratamiento que se lleve a cabo previo a la disposición. La decantación de los sólidos de mayor tamaño en cámaras sépticas previas a la disposición sub superficial, puede colaborar en la degradación y disminuir los aportes orgánicos.

Existen numerosos criterios de diseño para los sistemas de tratamiento y disposición de efluentes domiciliarios. En el caso de las cámaras sépticas, deben tener ventilación y accesos herméticos y con posibilidad de realizar tareas de limpieza, así como requieren una cobertura

superficial de tierra que favorece la amortiguación de los cambios de temperatura.

Una vez que los efluentes son depositados en pozos absorbentes y letrinas, sufren diferentes procesos de dilución, retardación y eliminación, tanto en la zona no saturada como en la saturada, que conllevan a la reducción de los contaminantes.

Cabe señalar la importancia de la zona no saturada ya que en ella ocurren los principales mecanismos naturales de atenuación de las cargas contaminantes vertidas en la superficie, incluyendo los procesos fisicoquímicos de oxidación, precipitación y fenómenos biológicos de degradación aerobia, que la convierten en el primero y más eficaz escudo protector de los sistemas acuíferos.

Tanto el tiempo transcurrido como la temperatura, afectan los procesos de eliminación por descomposición microbiana. En condiciones normales de digestión, al cabo de un año es casi nula la supervivencia de los diferentes patógenos presentes. Además, presentan una alta proporción de coliformes, los que constituyen un indicador de la contaminación fecal.

Estas aguas son también portadoras de agentes patógenos para la especie humana, entre los que pueden citarse las bacterias intestinales *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*, causantes de las enfermedades tíficas; el *Vibrio cholerae*, agente del cólera; el bacilo tuberculoso *Mycobacterium tuberculosis*.

Entre los virus pueden encontrarse los causantes de la poliomielitis y la hepatitis. Deben brindar una imagen representativa de las condiciones ambientales, así como las presiones y respuestas de la sociedad; generar información concisa y clara, fácil de comprender y utilizar (OCDE, 2003), y responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas, y ser útiles para realizar comparaciones entre diferentes sitios.

Además de los indicadores, se requieren otras estrategias tendientes a la sustentabilidad, siendo una de ellas la educación ambiental. Ésta se caracteriza por su visión interdisciplinaria, como un encuentro de saberes, resultado de la articulación de diversas disciplinas y experiencias educativas, que permiten tener una percepción integrada del ambiente y emprender acciones racionales y en respuesta a las necesidades sociales.

En este sentido, la educación ambiental puede entenderse como un tema transversal al desarrollo cultural de la sociedad y, por tanto, su contribución a la búsqueda de soluciones de los problemas ambientales viene dado por su inserción en el quehacer cotidiano de la población (Márquez Fernández, 2003).

Consecuentemente, deberá abarcar las actividades y grupos sociales cuyas acciones influyen en la relación de la sociedad y el ambiente. Resulta imprescindible para lograr un cambio en las relaciones de las personas con su entorno, como forma de mejorar el uso y gestión de los recursos naturales y reducir los impactos al ambiente, y en este caso al recurso hídrico. Se trata de tareas educativas con énfasis preventivo, tratando de promover un cambio de hábitos y actitudes cotidianas que se concreten en acciones ambientalmente adecuadas.

La importancia de desarrollar la educación ambiental se basa en reconocer que los problemas ambientales, y en este caso los vinculados al agua, deben plantearse no sólo a través de la aplicación de normas, de procedimientos administrativos o de la aplicación tecnológica, sino que es imprescindible desarrollar un proceso educativo que se oriente al cambio de valores, concepciones y actitudes hacia el ambiente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Calidad

"Calidad significa" cuan bueno o malo es algo. El agua debe ser de buena calidad y debe tener muy pocos contaminantes antes que se pueda consumir sin riesgo a la salud humana.

El término "Calidad del Agua" es complejo, pues encierra una serie de factores interrelacionados. Además, el concepto de calidad del agua ha evolucionado, debido al aumento en los usos de este recurso y a la facilidad de medir e interpretar las características del agua.

Calidad del Agua es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua. La calidad del cuerpo de agua muestra variaciones especiales y temporales debido a factores internos y externos del cuerpo del agua"

La calidad del agua es tan importante como su cantidad. Aunque una vez utilizada la mayoría del agua retorna a sus cauces originales, inevitablemente, su calidad se degrada.

2.2.2. Parámetros de Calidad del Agua.

La calidad del agua se determina en función de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos que la caracterizan en su estado natural y que no resultan fáciles de comparar cuando necesitamos determinar la calidad de cierto cuerpo hídrico.

a) Parámetros Físicos

Los parámetros físicos, son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y

olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.

Sabor y Olor

El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de Cl^- , y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de $\text{SO}_4^{=}$. El CO_2 le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables.

Color

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se pueden atribuir a ningún en exclusiva, aunque ciertos colores de aguas naturales son indicativos de ciertos contaminantes.

El agua pura solo es azulada en grandes espesores, en general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso.

Turbidez

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las

conducciones de agua, equipos de proceso. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de SiO_2 fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la sílice y la técnica empleadas por un laboratorio u otro.

Existen varios tipos de turbidímetros modernos dando valores numéricos. Es prácticamente idéntico. El fundamento del turbidímetro de Jackson es la observación de una bujía a través de una columna de agua ensayada, cuya longitud se aumenta hasta que la llama desaparece. Con una célula fotoeléctrica se mejora la medida.

El aparato se puede calibrar mediante suspensiones de polímeros de formacina, con la cual se deriva a una escala de unidades de formacina.

En el nefelómetro se mide la intensidad de luz difractada al incidir un rayo luminoso sobre las partículas de suspensión y recogidas sobre una célula fotoeléctrica.

La unidad nefelométrica (NTU o UNF), la unidad Jackson (JTU), y la unidad de formacina (FTU) se pueden intercambiar a efectos prácticos.

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 ó 5 m.

Conductividad y resistividad

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad.

Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes, la resistividad es la medida recíproca de la conductividad.

El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de ClK a la misma temperatura y referida a 20°C. La medida de la conductividad es una buena forma de control de calidad del agua, siempre que:

No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.

-Las mediciones se realizan a la misma temperatura.

-La composición del agua se mantenga relativamente constante

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas se expresa convenientemente en megohms-centímetro.

La conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsiemens por centímetro. Para el agua pura los valores respectivos son de 18,24 Mohms.cm y 0,05483 μ s/cm a 25°C (Rigola 1999).

Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

b) Parámetros químicos**pH**

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como $\text{pH} = -\log(\text{H})$. Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Su medición se realiza fácilmente con un pH metro bien calibrado.

Dureza

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

Existen distintas formas de dureza:

Dureza total o título hidrotimétrico, TH. Mide el contenido total de iones Ca^{++} y Mg^{++} . Se puede distinguir entre la dureza de calcio, TH.Ca, y la dureza de magnesio TH.Mg.

Dureza permanente o no carbonatada. Mide el contenido en iones Ca^{++} y Mg^{++} . después de someter el agua a ebullición durante media hora, después se recupera el volumen inicial con agua destilada.

-

Dureza temporal o carbonatada. Mide la dureza asociada a iones CO_3H^- , eliminable por ebullición, y es la diferencia entre la dureza total y la permanente.

La dureza se puede expresar como meq/L, en ppm de CO_3Ca , o en grados hidrométricos de los cuales el más común es el francés. Las aguas con menos de 50 ppm en CO_3Ca se llaman blandas, hasta 100 ligeramente duras, hasta 200 moderadamente duras, y a partir de 200 ppm muy duras.

Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonato (CO_3H^-), carbonato ($\text{CO}_3^{=}$), y oxhidrilo (OH^-), pero también los fosfatos y ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO^2 en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado.

También pueden producir espumas, provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas. Se distingue entre la alcalinidad total o título alcalimétrico total, TAC, medida por adición hasta el viraje del anaranjado de metilo, a pH entre 4.4 y 3.1, también conocido como alcalinidad m, y la alcalinidad simple o título alcalimétrico, TA, medida por el viraje de la fenolftaleína, a pH entre 9.8 y 8.2, conocido como alcalinidad.

Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales.

Sólidos en Suspensión

Los sólidos en suspensión (SS), es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro. Se puede determinar pesando el sólido que queda en el filtro, después de secado. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1ppm.

Sólidos totales

Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión (Rigola 1999).

Cloruros

El ion cloruro (Cl^-), forma sales en general muy solubles. Suele ir asociadas al ion Na^+ , especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial.

Sulfatos

El ion sulfato (SO_4^-), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm.

Nitratos

El ion nitrato (NO_3^-), forma sales muy solubles y bastante estables aunque en medio reductor puede pasar a nitrito, nitrógeno o amoníaco.

Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, pero las aguas contaminadas principalmente por fertilizantes, pueden llegar a varios centenares de ppm. Concentraciones elevadas en las aguas de bebida pueden ser la causa de cianosis infantil. Se elimina por intercambio iónico.

Su presencia en las aguas superficiales, conjuntamente con fosfatos, determina la eutrofización, que se caracteriza por un excesivo crecimiento de las algas.

El nitrato es el contaminante más común en el agua subterránea es, debido a su alta solubilidad y por lo tanto, a su facilidad de transporte por el agua a través del suelo.

La organización Mundial de la Salud (OMS) fija el límite de nitrato en el agua de consumo humano en 50mg/L de nitrato. En cambio, la Agencia para la protección del medio Ambiente de Norteamérica (EPA) sitúa este límite en 10mg/L de nitrato. Por su parte la Comunidad Europea fijan los niveles máximos permitidos de nitratos en 50 mg/L (directiva 91/676/CEE).

Metales tóxicos

Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos ellos deben ser estrictamente controlados en el origen de la contaminación. Las mediciones analíticas se realizan en general por espectrofotometría de absorción atómica.

c) Parámetros indicativos de contaminación orgánica

Tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas naturales. La descomposición de la materia animal y vegetal da lugar a ácidos húmicos y fúlvico y a materia colorantes. Los residuos domésticos contienen materias en descomposición, detergentes y microorganismos.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), (DBO₅),

Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO₅). La DBO es una medida de la materia orgánica en el agua, expresada en mg/L. Es la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica.

La prueba de la DBO toma un período de cinco días. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación. En las aguas superficiales su contenido es muy variable. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO es una medida de la materia orgánica e inorgánica en el agua, expresada en mg/l, es la cantidad de oxígeno disuelto requerida para la oxidación química completa de contaminantes. Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua, y también se expresa en ppm de O₂. Indica el contenido en materias orgánicas oxidables y otras sustancias reductoras, tales como Fe⁺⁺, NH₄⁺. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5ppm, o algo superiores.

Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600ppm. La relación entre los valores de la DBO y la DQO es un indicativo de la Biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación DBO/DQO menor que 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y si es mayor que 0,6 como orgánico.

d) Parámetros bacteriológicos

La contaminación microbiana es dividida en la contaminación por los organismos que tienen la capacidad de reproducirse y de multiplicarse y los organismos que no pueden hacerlo. La contaminación microbiana puede ser la contaminación por las bacterias, que es expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), una medida de la población bacteriana.

Otra contaminación microbiana es la contaminación por pirógenos; que son los productos bacterianos que pueden inducir fiebre en animales de sangre caliente.

Después de bacterias y de pirógenos las aguas se pueden también contaminar por los virus.

La contaminación fecal del agua, puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales: bacterias, virus y parásitos, cuya presencia está relacionada con enfermedades y también con portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en una comunidad.

Las bacterias patógenas intestinales se hallan diseminadas a lo largo y ancho del planeta.

Aquellas cuya presencia ha sido detectada en el agua, incluyen: Salmonellas, Shigellas, eschericha Coli enterotoxígena, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolítica y Campylobacter fetus; estos microorganismos pueden ser causantes de enfermedades, cuya gravedad puede ir desde una ligera gastroenteritis hasta casos graves y, a veces fatales, de disentería, cólera o tifoidea.

Coliformes totales

El grupo coliforme se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa en cultivos a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas. Entre ellos se encuentran la Escherichia Coli, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella.

Coliformes fecales.

Los coliformes fecales (termo resistentes) o termotolerantes, se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden

fermentar la lactosa a 44°- 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 el microorganismo el género *Escherichia Coli* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

Los coliformes fecales integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismos que hacen parte de este grupo, en que son indol positivo, su rango de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45°C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos un 90% y un 100% son *E. coli* mientras que en aguas residuales y muestras de agua contaminadas este porcentaje disminuye hasta un 59%.

2.2.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Según Guevara (1996), la evaluación de la calidad del agua se realiza mediante una serie de análisis de laboratorio dirigidos a conocer cualitativa y cuantitativamente, las características físicas, químicas y biológicas más importantes que pueden afectar, su uso real y potencial, como el tipo de tratamiento para un adecuado acondicionamiento. A fin de garantizar la confiabilidad de los resultados, que arrojen tales análisis de laboratorio, las técnicas y procedimientos deben haber sido cuidadosamente desarrollados, evaluados y con los niveles de sensibilidad requeridos, además se deben establecer un conjunto de normas y procedimientos para la correcta captación, traslado y preservación de muestras de agua, así como también debe tenerse cuidado en las unidades y terminología usada.

Es de suma importancia destacar que los resultados de los exámenes de laboratorio no tienen validez si la muestra es captada sin

cumplir la normativa sobre criterios y técnicas de muestreo, puesto que es condición indispensable que la muestra sea lo más representativa posible del agua en estudio.

La Asociación Americana de Salud Pública(American Public Health Association, APHA), la Asociación Americana de Abastecimiento de Agua(American Water Works Association, AWWA) y la Federación para el control de la Polución de las Aguas(Water Pollution Control Federation, WPCF), han establecido normas internacionales para la caracterización de la calidad del agua (APHA-AWWA-WPCF, 1992, las cuales se encuentran incluidas en los denominados “Métodos Normales para el Examen de las Aguas Residuales “ (Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater), de común adopción por numerosos países en todo el mundo.

En base a lo recomendado en estas normas internacionales, han surgido diversos criterios, métodos y técnicas de análisis, que permiten el estudio adecuado de los distintos parámetros, desde el proceso inicial de captación de las muestras hasta la interpretación correcta de los resultados obtenidos. Los exámenes pueden ser físicos, químicos y biológicos.

Determinación de coliformes totales y fecales

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44° C en vez de 37 °C como lo hacen los totales.

Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*; ya que los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal.

Éstos últimos se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas.

Esta es la característica que diferencia a coliformes totales y fecales.

La capacidad de los coliformes fecales de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad; desde hace mucho tiempo se han utilizado como indicador ideal de contaminación fecal, su presencia se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos pueden estar presentes y su ausencia indica que el agua se halla exenta de organismos productores de enfermedades. (Guevara 1996).

MÉTODO DE LOS TUBOS MÚLTIPLES

Deben ser consideradas tres etapas: la prueba presuntiva, prueba confirmativa y prueba complementaria.

En la prueba presuntiva la actividad metabólica de las bacterias es estimulada vigorosamente y ocurre una selección densa de los organismos que utilizan la lactosa después de la incubación a 35°C, un cultivo de cada tubo gas positivo se transfiere a un tubo de medio para la prueba confirmativa, esta prueba reduce la posibilidad de resultados gas positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de los organismos formadores de esporas o por la producción de gas debido a que algunas capas bacterianas no pueden, individualmente, producirlo a partir de la fermentación de la lactosa.

Es ocasionalmente necesario aislar estas bacterias productoras de gas e identificarlas como coliformes por la prueba complementaria para verificar que esta prueba

confirmativa ha eliminado selectivamente todos los tubos con resultados falsos positivos. (Guevara 1996).

Prueba presuntiva:

Puede ser aplicada, sin confirmación en exámenes de rutina de muestras obviamente contaminadas, no destinadas al consumo humano (por ejemplo, aguas residuales crudas y aguas residuales tratadas no cloradas).

1. Preparar tres series sucesivas de 5 tubos con caldo lactosado, una de doble concentración y las otras dos de concentración sencilla.
2. Etiquetar las series con 10, 1 y 0.1 mL.
3. Agitar vigorosamente la muestra por lo menos 20 veces antes de tomar el volumen que se va a inocular, a efecto de homogeneizar.
4. Antes y después de realizar las inoculaciones, la boca del frasco de la muestra deberá ser flameada con objeto de evitar contaminación.
5. Inocular con una pipeta de 10 mL este volumen de muestra en la serie de tubos con caldo de doble concentración, con otra pipeta de 1 ml para 1 ml de muestra en la segunda serie de tubos con concentración sencilla.
6. Igualmente, con la misma pipeta podrá inocularse la tercera serie de tubos con 0.1 ml de muestra. Normalmente, siempre que no se sospecha que el agua contenga elevada carga bacteriana, solo se inoculan estas tres primeras series de tubos. En caso contrario, será necesario inocular otras series y por lo tanto, realizar diluciones de la muestra original.
7. Incubar todos los tubos a una temperatura de 35 °C durante 24-48 horas.
8. Después de 24 horas de incubación efectuar una primera lectura para observar si hay tubos positivos, es decir, con

producción de ácido, si el medio contiene un indicador de pH, turbidez y producción de gas en la campana Durham. Al hacer esta verificación es importante asegurarse que la producción de gas sea resultado de la fermentación de la lactosa en cuyo caso se observará turbidez en el medio de cultivo y no confundir con burbujas de aire.

Para evitar este tipo de confusiones es recomendable revisar las campanas Durham antes de proceder a la inoculación y desechar aquellos que contengan burbujas de aire ó de alguna manera eliminar éstas y así poder utilizarlos.

9. De los tubos que en esta primera lectura den positivos, ya se pueden hacer las pruebas confirmatorias para coliformes totales y coliformes fecales.
10. En caso de no apreciarse alguno o todos los cambios mencionados en el resto de los tubos, continuarán en incubación 24 horas más.
11. Después de 48 horas (\pm 2h) a partir de la inoculación, se hace la lectura final.
12. Si pasadas estas 48 h tampoco se aprecia turbidez ni producción de gas, los tubos se toman como negativos.

Interpretación:

Si el total de tubos son negativos: El examen se da por terminado, reportando la ausencia de coliformes totales y fecales en la muestra analizada.

Todos aquellos tubos que den positivos para prueba presuntiva se anotarán convenientemente y se procederá a realizar la prueba confirmatoria para Coliformes Totales y Fecales.

Prueba confirmatoria para coliformes totales:

1. A partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos previamente para homogeneizar, inocular con tres asados tubos conteniendo caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB).
2. Incubar durante 48 ± 3 h a 35 ± 0.5 °C.
3. Después de la incubación observar la presencia de turbidez y de gas.

Interpretación:

- Si se observa turbidez y producción de gas: La prueba se considera positiva, debiendo anotar el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP.
- Si en ninguno de los tubos se observa producción de gas, aun cuando se observe turbidez: Se consideran negativos, estableciéndose el Código 0,0,0 para efecto del cálculo del NMP.

Prueba confirmatoria para coliformes fecales:

1. A partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos para homogeneizar, inocular con tres asados tubos conteniendo caldo E.C. (Escherichia coli).
2. Incubar durante 24 horas a 44 °C (0.5 °C), observar presencia de turbidez y gas.

Interpretación:

- Si se observa turbidez y producción de gas: La prueba se considera positiva, debiendo anotar el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP.

- Si no se observa producción de gas, aun cuando se observe turbidez: Se reporta la ausencia de coliformes fecales.
(Universidad Autónoma Metropolitana, 2009).

NORMAS NACIONALES

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua según Decreto Supremo 002-2008-MINAM del 31.07.2008 son:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

- 3. Aguas superficiales dedicadas a la producción de agua potable:
 - A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
 - A2.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - A3.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
- 4. Aguas superficiales dedicadas para recreación.
 - B1.- Contacto primario
 - B2.- Contacto secundario

Categoría 2: Actividades Marino Costeras (Agua de mar)

- 5. Sub categoría 1.- Extracción y cultivo de moluscos bivalvos.
- 6. Sub categoría 2.- Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas.
- 7. Sub categoría 3.- Otras actividades.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

- 8. Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.
- 9. Parámetro para riego de vegetales.
- 10. Parámetro para bebida de animales.

Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático.

11. Lagunas y lagos
12. Ríos
13. Costa, Sierra, y Selva
14. Ecosistemas marinos costeros
15. Estuarios
16. Marinos

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agua potable** Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud.

- **Análisis fisicoquímicos:** Esta área del laboratorio realiza ensayos fisicoquímicos en alimentos, aguas y muestras ambientales, utilizando metodología estandarizada (STDM, AOAC, IRAM, ASTM, EPA, etc) con el objetivo de evaluar su calidad de acuerdo a diferentes necesidades.

- **Bacteria Coliforme:** Incluyen E. Coli y otras bacterias que se asemejan morfológica y fisiológicamente. Estos M.O. con frecuencia difieren entre sí en características pequeñas. Las bacterias coliforme suelen encontrarse en el aparato intestinal del hombre y animal. E. Coli, rara vez se encuentra fuera del intestino.

- **Conductividad del Agua:** Las medidas de conductividad se utilizan de forma rutinaria en muchas aplicaciones industriales y medioambientales como un modo rápido, barato y fiable de medir el contenido iónico en una solución.

- **Turbidez del Agua:** Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

2.4. BASES EPISTÉMICOS

Durante décadas el hombre ha actuado de manera negligente en cuanto a su relación con el medio ambiente.

Estudiosos de la materia ambiental han unido esfuerzos para dar solución a esta situación lo que ha dado paso a movimientos ambientalistas que expresan sus opiniones a través de artículos, documentos y manifiestos.

A los estudiosos del medio ambiente, les toca un papel difícil en cuanto a la investigación en esta área, ya que pese a que en la fase de identificación del problema y causas que lo generan se llega con facilidad al objetivo, sin embargo, no ocurre lo mismo al relacionar estas dos fases para dar solución al estudio que se plantean ya que se requieren de múltiples y difíciles facetas.

Las estrategias aplicadas por instituciones para la consecución de un cambio global ambiental, consisten en procurar que el interés del individuo, a corto plazo, concuerde con el de la sociedad a largo plazo, y que se lleve a los individuos a aceptar valores que correspondan a los intereses del grupo.

En otras palabras, las tareas a desarrollar por las instituciones dedicadas a la protección del medio ambiente están van dirigidas al establecimiento de estándares de calidad ambiental, autorización de actividades, auditorías ambientales y el control ambiental.

Sin embargo, durante los años sesenta, con el agravamiento de la contaminación ambiental, sectores de la sociedad intensificaron una conciencia ecológica que dio paso a nuevas ideologías ambientalistas que permitieron cristalizar nuevas bases para la economía ambiental. Los años ochenta se vieron marcados por la reorientación del pensamiento ambientalista hacia lo que se conoce como sustentabilidad, considerándose, a partir de aquí, aún más a las ciencias naturales en los procesos económicos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Características:

- **Estudio Experimental o de Intervención** Ensayo de laboratorio vamos a modificar a voluntad la Variable Independiente o causal: aplicando los límites máximos permisibles(LMP)Manual de Aguas de Consumo MINSA.
- **Es un estudio longitudinal**, porque las variables involucradas se van a medir en más de dos ocasiones y, porque va haber toma de muestras de agua para realizar análisis de Fisicoquímico y Bacteriológico.

Nivel de Investigación

De acuerdo al nivel pertenece a la investigación Descriptiva – correlacional.

3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño Experimental

Para seleccionar el tamaño de la muestra se aplicará la fórmula de tamaño de muestra estadística para poblaciones finitas que consistió en la siguiente:

$$n = \frac{z^2 p \cdot q \cdot N}{N e^2 + z^2 p \cdot q}$$

En donde:

Z = nivel de confianza

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

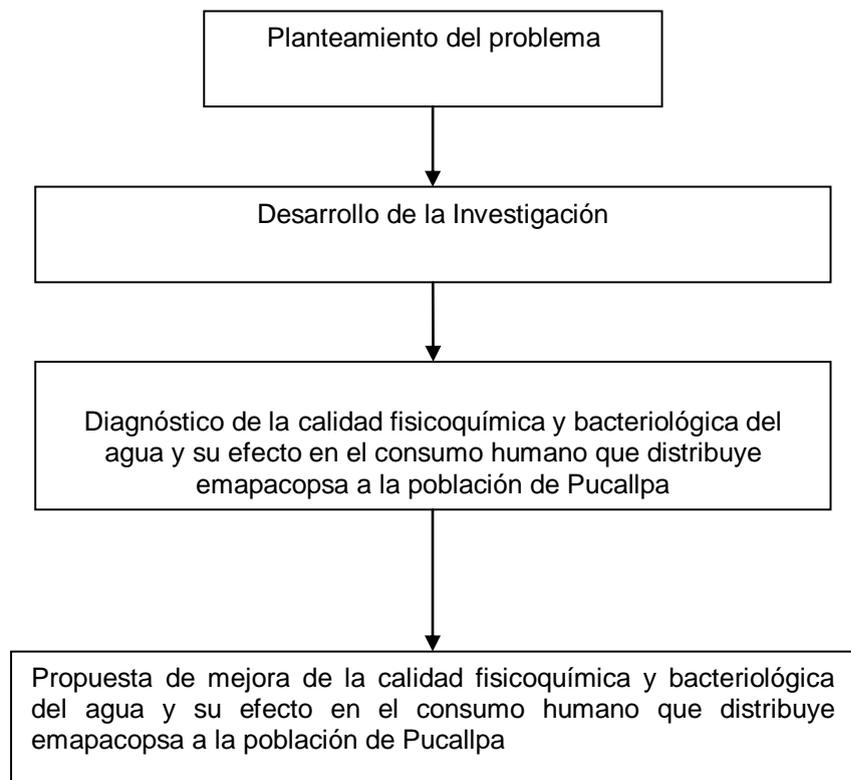
N = Universo

e = error de estimación

n = tamaño de la muestra

Esquema de la investigación:

El esquema del trabajo de investigación será como se detalla a continuación:



3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Las aguas de emapacopsa

Muestra

20 muestras de agua de la red de distribución del distrito de Calleria, Yarinacocha y Manantay

3.4. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por expertos en la materia. (Anexo N° 01).

➤ **Observación:**

- **Guía de Observación:** instrumento que nos permitió el almacenamiento de información recibida del laboratorio a través de una observación sistemática.

➤ **Encuestas:**

- **Cuestionario:** instrumento que permitió recolectar la información necesaria para la toma de muestra de los 20 puntos de la red de distribución (Anexo N°02).
- **Entrevista:** de tipo oral y escrita, este instrumento constituye la técnica básica para obtener datos por participación directa del investigador.

3.5. TÉCNICAS DE RECOJO DE DATOS , PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Para fines de análisis, se utilizó el tipo de muestreo aleatorio simple, teniendo en cuenta todo el factor necesario a fin de asegurar que las muestras fueran representativas.

De cada punto de muestreo una muestra aproximadamente en horas de la mañana (8:00 am) se tomaron 9 muestras del distrito de calleria,5 muestras del distrito de Yarinacocha y 6 muestras de Manantay teniendo al final un total de 20 muestras.

Para la obtención de muestras de agua se utilizó frascos de vidrio de 500ml auto clavado y preservado con cadena de frio a fin de evitar contaminación.

Tipo de muestreo: Se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo circunstancial.

Tamaño de la muestra: La muestra estará determinada de la siguiente manera:

Toma de muestras de 20 puntos de las redes de emapacopsa grupo de intervención o experimental

Recolección de datos

Métodos a utilizar:

- Método de análisis Físicoquímico:
- Método de análisis Bacteriológico

Instrumentos a utilizar

- Autoclave
- Campana de flujo laminar
- Fracos de vidrio
- hielera
- incubadora
- Centrifuga
- potenciómetro

- oxidimetro
- incubadora
- equipo multiparametrico

Reactivos

- caldo Fluorocult
- controles negativo
- controles positivo
- fenolftaleína
- solución ácido sulfúrico
- solución bicromato de potasio
- solución EDETA
- hidróxido de sodio
- Nitrato de plata
- solución tío sulfato de plata

Procedimiento de recolección:

- **Análisis Físicoquímico y bacteriológico** para las muestras de agua.
 - **Supervisión en las redes de abastecimiento** de agua de consumo.
 - **Consolidar los resultados de acuerdo a los parámetros de los ECAs.**
 - **Coordinación externa e interna:**
 - Con el Gerente de emapacopsa y población consumidor.
 - Con los laboratoristas y técnicos de muestreo.
1. Se tomó las dificultades en los puntos consideradas para la toma de muestras para el estudio.
 2. Se tomó muestras en el mes de junio del año 2016 para su análisis físicoquímica y bacteriológica.
 3. Computo de los datos estadísticos.

4. Análisis e interpretación de resultados.
5. Elaboración del informe de investigación.

3.1 Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

a) Elaboración de los Datos

Se considera las siguientes fases:

1) Revisión de los Datos, se examinó en forma crítica cada uno de los instrumentos utilizados (control de calidad), a fin de poder hacer las correcciones pertinentes.

2) Codificación de los Datos, se transformó los datos en códigos numéricos, de acuerdo a la respuesta esperada en el instrumento, según el dominio de la variable.

3) Clasificación de los Datos

En base a la codificación, escala de medición e indicadores-valoración de cada variable identificada en el estudio.

Recuento de Datos, de acuerdo al método que se utilizó, para conseguir el plan de tabulación, se usó la computadora personal, también de las matrices de tabulación o cuadros estadísticos de doble entrada rellenos.

4) Datos, sobre la base del plan de tabulación, se presentó los datos en cuadros de doble entrada y gráficos necesarios.

Análisis e Interpretación de Datos. El análisis descriptivo de los datos estadísticos se realizó mediante una descripción ordenada sistemática de los datos recopilados y tabulados destacando las frecuencias y porcentajes más significativos.

Los resultados son los datos que se obtuvieron según los resultados del laboratorio de la Dirección Ejecutivo de Salud Ambiental.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

a) Resultados del trabajo de campo

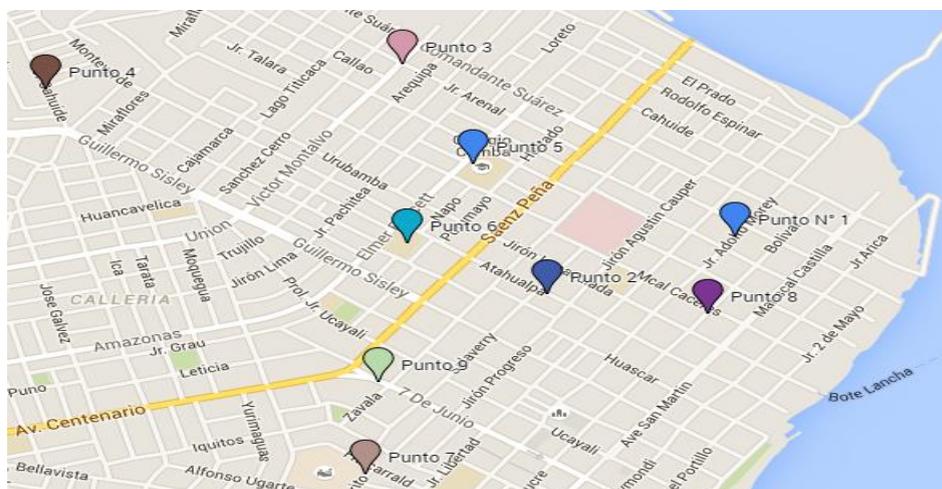
4.1. Diagnóstico de la de la calidad Fisicoquímico y bacteriológico del agua y su efecto en el consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

Del diagnóstico realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

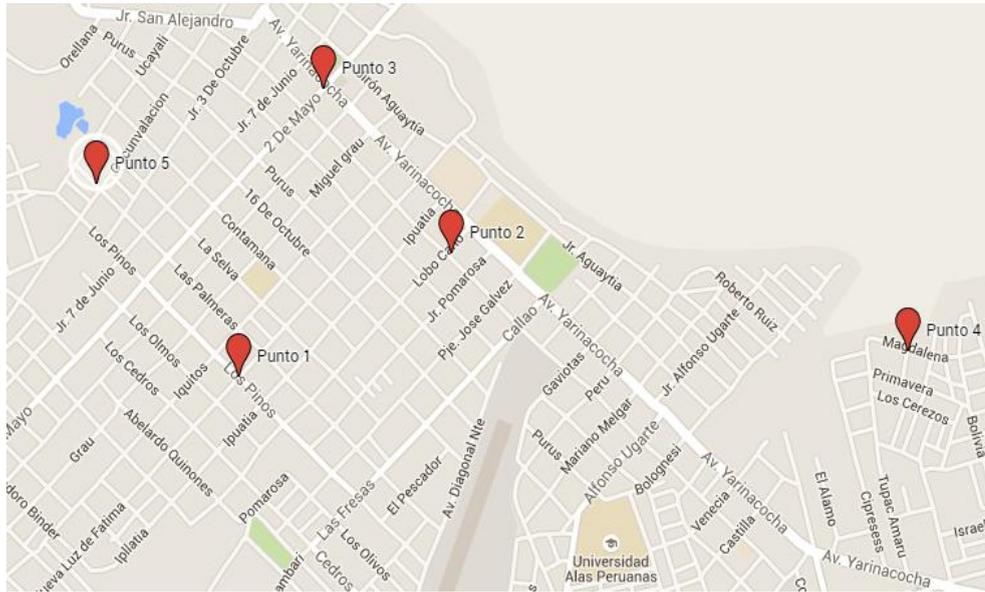
4.1.1. Ubicación de puntos

De acuerdo al tamaño de muestra, se ubicaron 20 puntos; las cuales fueron distribuidas en los tres distritos, Callería, Yarinacocha y Manantay.

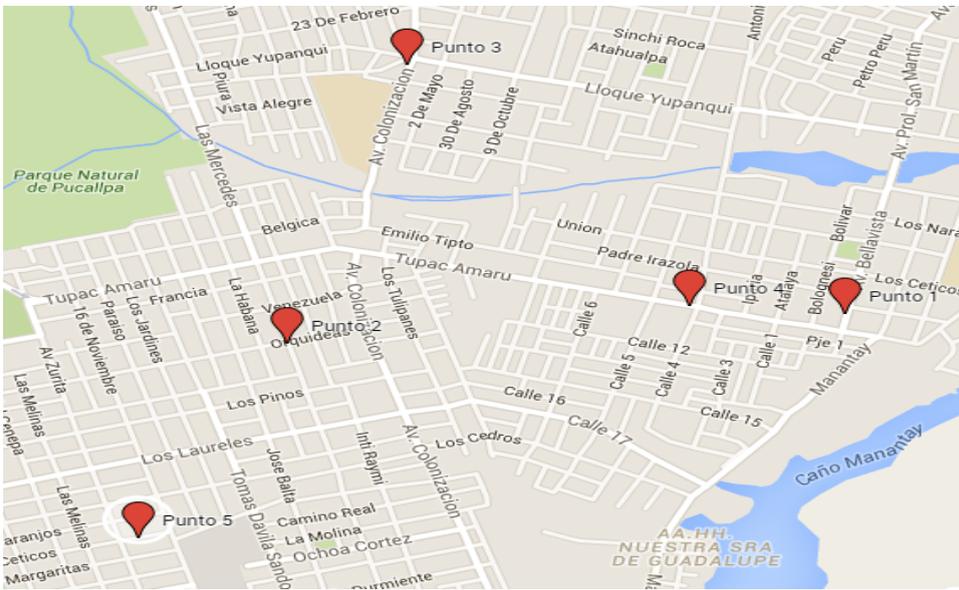
Mapa N°01. Ubicación de Puntos para muestreo de Agua del distrito de Callería



Mapa N°02. Ubicación de Puntos para muestreo de Agua del distrito de Yarinacocha



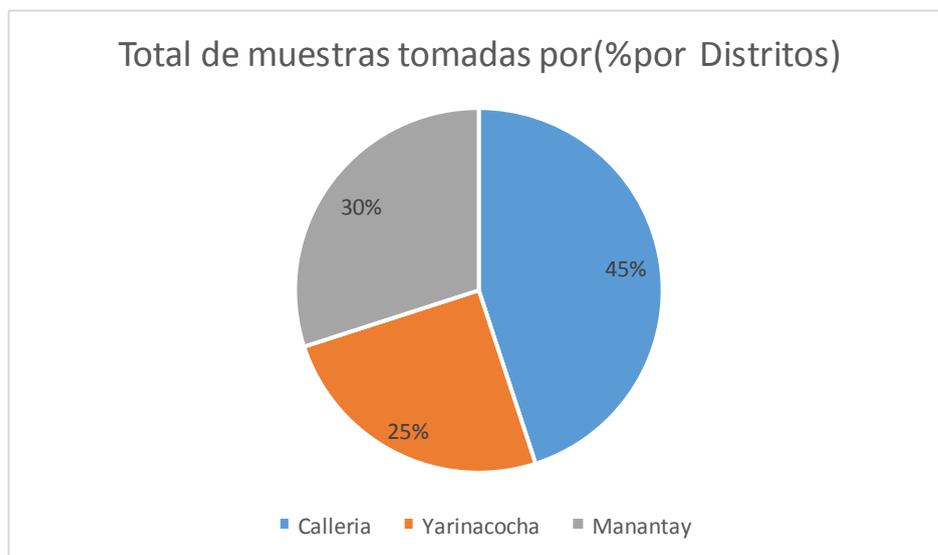
Mapa N°01. Ubicación de Puntos para muestreo de Agua del distrito de Manantay



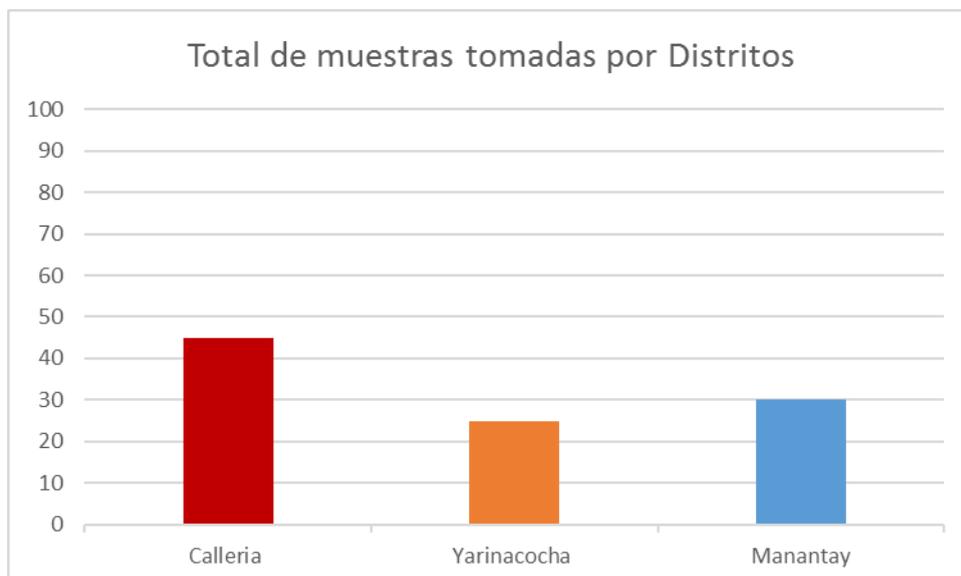
Cuadro N° 01: Total de puntos ubicados y muestreados por distrito

DISTRITO	NÚMERO DE PUNTOS	%
CALLERIA	9	45%
YARINACOCHA	5	25.0%
MANANTAY	6	30%
TOTAL DE MUESTRAS	20	100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 01: Total de muestras tomadas (% por Distritos)

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 02: Total de muestras tomadas por Distrito

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras fueron tomadas de acuerdo al protocolo de monitoreo de aguas para consumo humano, en los puntos más apropiados a las distancias de las redes de emapacopsa, de los tres distritos:

En el Distrito de Callería se tomaron 9 muestras las cuales representan el 45% del total de muestras; En el distrito de Yarinacocha se tomaron 5 muestras las cuales representan el 25% del total de las muestras; En el distrito de Manantay se tomaron 6 muestras, las cuales representan un 30% del total de las muestras.

4.1.2. Resultado de los análisis Físicoquímico y Microbiológica

Cuadro N° 02: Resultados de los análisis de agua de consumo del distrito de Callería

Puntos	Análisis Físicoquímico						Análisis Bacteriológico	
	Cl	T- °C	pH	Turb.	TDS	cond. µS/cm	C.fec.	C.total
Jr.A. Morey #340	0.5	26.5	7.7	0.82	169	272	ND	ND
Jr. Atahualpa #320	0.5	27.2	7.6	0.75	184	242	ND	ND
Av. Arenal #566	0.3	26.5	7.2	0.65	132	198	ND	ND
Jr.Cahuide	0.2	27.5	7.7	0.43	252	447	ND	10
I.E.64093	0.5	27.5	7.7	0.62	220	412	ND	ND
I.E.comercio	0.1	27.5	7.9	0.49	245	380	ND	10
Jr. M.de brito#210	0.5	27.5	7.4	0.59	283	410	ND	ND
Jr.Bolivar#185	0.1	27.5	7.6	0.28	232	560	ND	10
Jr.7 de junio#132	0.5	27.5	7.8	0.73	292	350	ND	ND
Promedio	0.32	27.2	7.7	0.59	223	363.44	ND	10
LMP	0.5 - 01	°C	6.5- 8.5	5	500	1000		0

Leyenda:

mg/L : Miligramos/Litro.

pH : Potencial de Hidrógeno.

U.S : Unidades Estándares.

TDS : Sólidos Totales Disueltos.

 μ S/cm : Microsiens por Centímetro.

< : Menor que 1

ND : No Detectado

En total de los 9 puntos monitoreados en el distrito de Callería, se presencia que si existe el cloro residual libre dentro de los límites máximos permisibles ,la temperatura se mantiene a 27,2 °C, el pH, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, en cuanto a turbiedad no es muy significativo, los sólidos disueltos totales y conductividad se encuentran dentro de los límites de calidad de agua para consumo, en cuanto a coliformes no presenta ninguna, en los coliformes totales hay presencia con 10 en Jr.Cahude, colegio comercio y Jr. Bolívar, este resultado no es alarmante y debe ser corregido por la empresa emapacopsa.

Cuadro N°03 Resultados de los análisis de agua de consumo del distrito de Yarinacocha.

Puntos	Análisis Físicoquímico						Análisis Bacteriológico	
	Cl	T- °C	pH	Turb.	TDS	cond. μ S/cm	C.fec.	C.total
Jr. Pinos Mz252Lt13	0.7	26.6	7.72	0.5	203	291	ND	ND
Jr. Lobo Caño #320	0.5	28.2	7.6	0.78	160	228		ND
Jr. 2 de Mayo	0.8	28.5	7.75	2.01	0	350	ND	ND
Jr. Magdalena	0.5	28.5	7.65	0.64	175	350	ND	ND
Jr. Las palmeras	0.5	26.8	7.74	0.4	287	287	ND	ND
Promedio	0.6	27.7	7.69	0.86	165	301	ND	ND
LMP	0.5 - 01	°C	6.5- 8.5	5	500	1000	0	0

En los 5 puntos monitoreados todos los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de esta manera la población de Yarinacocha tiene agua de buena calidad.

Cuadro N°04 Resultados de los análisis de agua de consumo del distrito de Mnantay.

Puntos	Análisis Fisicoquímico						Análisis Bacteriológico	
	Cl	T- °C	pH	Turb.	TDS	cond. µS/cm	C.fec.	C.total
Av.Vellavista #220	0.5	27.8	7.94	0.54	158	317	ND	ND
Av. Santa clara #230	0.5	28.2	7.87	0.57	361	420	ND	ND
Av. Mercedes #223	0.3	28.5	7.75	0.64	189	271	ND	ND
Av. Colonización#223	0.5	28.5	7.65	0.84	79	122	ND	ND
Av. Túpac Amaru#223	0.5	26.8	7.74	0.4	85	102	ND	ND
Jr. los cedros	0.5	28.5	7.54	0.28	71	187	ND	ND
Promedio	0.56	28	7.74	0.54	157	236.5	ND	ND
LMP	0.5 - 01	°C	6.5- 8.5	5	500	1000	0	0

En los 6 puntos monitoreados todos los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de esta manera la población del distrito de Manantay tiene agua segura.

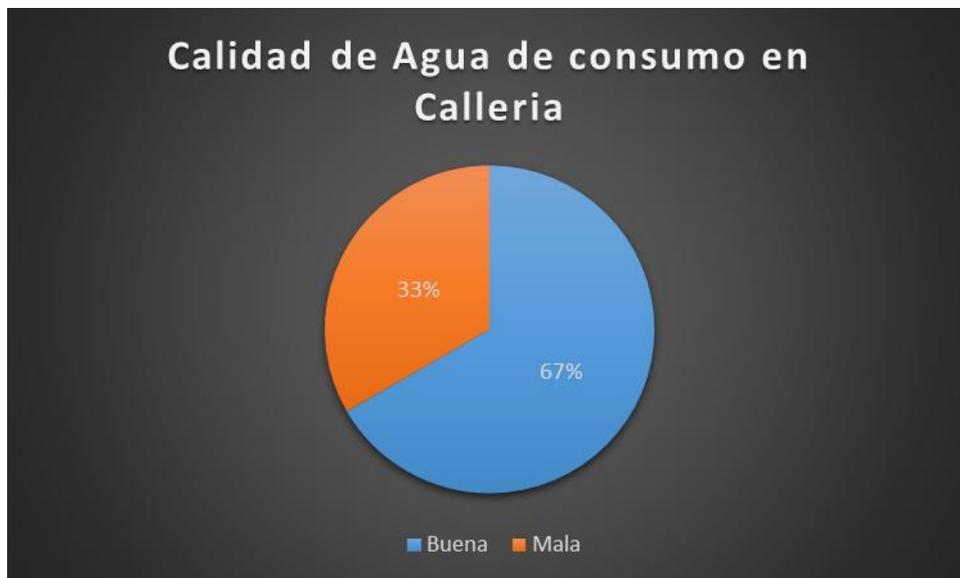
4.1.3. Clasificación de muestras

Cuadro N° 05: Clasificación de muestras de agua por su calidad de productos

CLASIFICACION DE MUESTRAS Y SU CALIDAD								
DISTRITO	Callería	Yarina	Manantay	total	Callería %	Yarina %	Manant %	TOTAL %
BUENA CALIDAD	6	5	6	17	30%	25%	30%	85.0%
MALA	3	0	0	3	15%	00%	00%	15.0%
TOTAL	9	5	6	20	45%	25%	30%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 03: Calidad de agua de consumo en Distrito de Callería



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 04: Calidad de agua de consumo en Distrito de Yarinacocha



Gráfico N° 05: Calidad de agua de consumo en Distrito de Manantay

Fuente: Elaboración Propia

Del total del resultado de los análisis de Físicoquímico y Bacteriológico realizadas:

- Distrito de Callería el 67% de las muestras dieron como resultado, que el agua que reparte la empresa emapacopsa son de buena calidad y el 33% no prestan garantía para la salud de las personas por presentar pequeña cantidad de coliformes totales.
- Distrito de Yarinacocha; el 100% de las muestras dieron como resultado, que el agua que reparte la empresa emapacopsa son de buena calidad y la población de Yarinacocha consume agua segura.
- Distrito de Mnantay; el 100% de las muestras dieron como resultado, que el agua que reparte la empresa emapacopsa son de buena calidad y la población de Manantay consume agua segura.

Del diagnóstico realizado podemos deducir que el mayor porcentaje de las muestras realizadas arrojaron buena calidad de agua, esto demuestra que la salud de la población está protegida por consumir agua segura.

ANALISIS ESTADISTICO

Se calculó la media la desviación estándar y el coeficiente de variación porcentual de las muestras agrupados por los puntos muestreados.

Cuadro N°06 pH, estadístico descriptivo.

DISTRITO	N° MUES.	X-ES	D.E	CV%	VALOR
Calleria	9	7.620±0.293	0.0926	1.2	8.53-72
Yarina.	5	7.692±0.475	0.1502	1.99	8.38-7.6
Manantay	6	7.748±0.33	0.1048	1.4	7.94-7.07
Total	20	7.686±0.036	0.1167	2.10	7.93-7.6

Leyenda:

X =promedio

ES=error estadístico

DE=desviación estándar

CV%=coeficiente de variación porcentual

Cuadro N°07 Comparación de medias de pH por el parámetro T de Student de los tres distritos

	pH Callería	pH Yarina	pH Manantay	t	IC	Prueba
X	7.620	7.692	7.748	3.31	95%	1.71
S	0.0926	0.1502	0.1046			
N	9	5	6			

El valor estadístico t es mayor que el valor de prueba T lo que permite deducir que los valores de pH de las muestras de aguas de los tres distritos son significativamente aptos para consumo Humano.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

a) De los resultados del trabajo de campo

a.1) Del Diagnóstico de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua y su efecto en el consumo humano que distribuye emapacopsa a la población de Pucallpa.

- **Clasificación de los puntos de muestreo:** del diagnóstico realizado podemos deducir que el mayor porcentaje de redes de agua funcionan en los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay; se encuentran en la parte centro de las ciudades estas redes no llegan a ningún asentamiento humano , a razón de esto solo se optó por tomar 20 puntos en total de los tres distritos, en el cuadro N°01 se puede apreciar que el 45% de las muestras corresponden al distrito de Callería, el 25% de las muestras corresponden al distrito de Yarinacocha y el 30% corresponde al distrito de Manantay.

- **De las muestras del Distrito de Callería:**

Según el cuadro N° 02, se detalla los resultados de los análisis **Fisicoquímico y Bacteriológica** de los 9 puntos del distrito de Callería, los resultados de los análisis **Fisicoquímica** está

dentro de los límites máximos permisibles(LMP) para agua de consumo humano, se puede apreciar los resultados de los análisis **Bacteriológicos**, en 6 puntos no presenta ningún tipo de coliformes esto indica que está dentro del límite máximo permisible(LMP), en 3 muestras presentan 10 Coliformes totales UFC/100ml en cada muestra esto implica que hay riesgo para la salud de las personas y no cumple con los límites máximos permisibles(LMP) que debe ser cero de coliformes,esto implica que la empresa emapacopsa debe revisar las tuberías si tiene rotura interior que podría estar generando contaminación.

- **De las muestras de agua del distrito de Yarinacocha:**

Según el cuadro N°03, se detalla los análisis **fisicoquímico y bacteriológico**, en los 5 puntos los resultados de los análisis **Fisicoquímico** están dentro de los límites Máximos permisibles, de igual manera los resultados del análisis bacteriológico no se detectó ningún tipo de coliformes, este resultado indica que el agua que consume los pobladores del distrito de Yarinacocha es de buena calidad.

- **De las muestras de agua del distrito de Manantay:**

Según el cuadro N°04, se detalla los análisis **fisicoquímico y bacteriológico**, de los 6 puntos los resultados de los análisis Fisicoquímico, se encuentran dentro de los límites Máximos permisibles (LMP), de igual manera los resultados del análisis bacteriológico, no se detectó ningún tipo de coliformes, este resultado indica que el agua que consume los pobladores del distrito de Manantay es de buena calidad.

- Clasificación de muestras de agua por su calidad según el cuadro N° 05, se detalla calidad de agua para consumo humano en los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay el

85% de agua que distribuye emapacopsa es buena calidad y el 15% no cumple con los límites Máximos permisibles(LMP).

- Del diagnóstico realizado podemos deducir que el 67% de las muestras del distrito de Callería son de buena calidad y el 33% de las muestras se encuentran en condiciones no alarmantes.
- De las muestras del distrito de Yarinacocha el 100% presentan garantía para el consumo Humano.
- De las muestras del distrito de Manantay el 100% es de buena calidad de esta forma garantizando su consumo para la población con agua segura.
- Del diagnóstico realizado con los datos estadísticos en el cuadro N°06, para el distrito de Callería el pH promedio de las muestras de agua, se encuentran 7.620 lo cual confirma que está dentro de los límites máximos permisibles (LMP) para el agua de consumo.
- De las muestras del distrito de Yarinacocha el pH promedio es de 7.692, no varía mucho y también se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP), de igual manera el pH promedio de las muestras del distrito de Manantay es de 7.748 y se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP).
- En el cuadro N°07 se realizó una comparación de medias utilizando la prueba estadística t de student, en la que el valor estadístico t resulto ser de 3.31 valor mayor que el de la prueba (1.71) estableciendo por lo tanto una diferencia significativa en la calidad de agua con respecto al promedio de pH de las aguas provenientes de Calleria, Yarinacocha y Manantay.

CONCLUSIONES

Dado los objetivos:

- Se determinó la calidad **Fisicoquímicos y Bacteriológica** del agua de consumo que distribuye emapacopsa, en los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay, obteniendo como resultado que el 85% de las muestras se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP) y el 15% no cumplen con la norma técnica nacional(NTN).
- Se identificó la calidad **Fisicoquímica** del agua para consumo humano que distribuye emapacopsa, en los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay obteniendo un resultado al 100% de buena calidad y se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), este resultado garantiza el consumo de agua a la población de Pucallpa.
- Se verifico en los análisis **Bacteriológicos**, la existencia de 10 coliformes totales UFC/100ml. en tres puntos, este resultado no es tan significativo en la mayoría no son un peligro para la salud de la población del distrito de Callería.
- La contaminación bacteriológica en los 3 puntos, se debe a la falta de mantenimiento, limpieza desinfección de los sistemas de distribución que pudiera existir tuberías rotas.
- El promedio de pH de las Muestras de Agua de los distritos de Calleria, Yarinacocha y Manantay, es de 7.686 los cuales se encuentran dentro del rango recomendable documentado por el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (pH 6.5-8.5:la NTN 214.003).

SUGERENCIAS

- A la empresa emapacopsa:
 - Implementar programa de vigilancia de agua de consumo humano en distrito de Callería dando un marco legal adecuado frente a la distribución de redes de calidad.
 - Realizar cada seis meses la limpieza y desinfección de tanques y revisión de redes a fin de proteger la salud de las personas.
 - Realizar este tipo de estudios en otros distritos de la región Ucayali a fin de evitar riesgos a la salud de la población para poder hacer un seguimiento de la calidad de agua de consumo humano con la que se abastece a los habitantes.
 - Se recomienda al Ministerio de Salud realizar estudios epidemiológicos en los lugares con alto riesgo de coliformes, o los que están próximos a aguas servidas para establecer posibles riesgos de morbi-mortalidad por los diferentes riesgos asociados a las bacterias, ello permitirá adoptar criterios normativos ajustados a la realidad local.

BIBLIOGRAFÍA

1. DOUROJEANNI, MARC J. 2011 Amazonia Probable y Deseable. Ensayo sobre el Presente y el Futuro de la Amazonia Universidad Inca Garcilazo de la Vega, Textos Universitarios, Lima 273p.
2. Gallopín, G.C. 2003. "Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico". Serie medio ambiente y desarrollo No. 64, Sustainable Development and Human Settlements Division, ECLAC, Santiago, Chile.
3. OPS-OMS. Evaluación Global de los Servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Informe Analítico. Perú. 2000.
4. REILLY, K. & KIPPIN, J. Relación entre el contaje bacteriológico y otros parámetros de calidad del agua tratada en sistemas de distribución. Hojas de divulgación técnica. CEPIS, 4p. 2000
5. VERGARAY GERMÁN, MÉNDEZ CARMEN ROSA y MARCHAND EDGAR. Bases para el perfeccionamiento de los estándares microbianos de aguas de uso humano. Libro de resúmenes de la X Reunión Científica- ICBAR. UNMSM. 2001 pag. 116.
6. Alcaldía Mayor Bogotá, D.C. Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente. "Descontaminación y Recuperación de la Cuenca del Río Bogotá", Bogotá – Colombia- 2004"
7. Alva Huapaya Carlos Alberto. "Plan de Protección de Inundaciones en la Cuenca Baja del Río Chillón". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de Ingeniería Geográfica y Ambiental. Lima, 2003
8. Gobierno Regional del Callao, "Programa de Educación Ambiental para la Conservación del río Chillón en la Región Callao", 2003.

9. Escobar Ramírez José Jairo, “La Contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar”. CEPAL, Serie: Recursos Naturales e Infraestructura Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas. Dic. 2002.
10. Guevara Pérez Edilberto. “Sistemas de Conservación y Rehabilitación de Cuenca”. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo, Venezuela. 2000.
11. Ibáñez Gandullia Juan Alfredo. “Planificación de Desarrollo Integral con Protección Ambiental del Perú”. Universidad Alas Peruanas ADECAEM. Fondo Editorial UAP. 2004, 3: 169-309, 4: 317-409.
12. Ingo Gentes. “Derecho al agua de los pueblos indígenas en América Latina”. CEPAL, Serie: Recursos Naturales e Infraestructura Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas. 2001.
13. INADE, Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). “La Gestión del Agua” Dpto. La Libertad – Perú, 2000.
14. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Políticas ambientales para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Pátzcuaro, 2003.
15. Landis Wayne G. Ming – Ho Yu. “Introduction to Environmental Toxicology – Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems”. Lewis Publishers United States of America. 2000.
16. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA. “Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Chillón”. Lima – Perú, 2000.
17. Ministerio de Salud, La vigilancia y monitoreo de la cuenca del río Chillón y los niveles de contaminación del agua. (2004-2005).

18. Municipalidad de Lima Metropolitana. “Estudio de evaluación de puntos críticos de contaminación en la cuenca baja del río Chillón del Grupo Técnico Estratégico – de la Cuenca Baja del Chillón”, Peru, 2004.
19. Peña Carlos E., Carter Dean E. Ayala Felix – Fierro. “Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. University of Arizona”. 2001., 4: 137 –170.
20. PROAGUA, GTZ. “Manual de Educación Sanitaria Y Ambiental”. Huancavelica – Perú, 2004.
21. Mc Graw Hill, “Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones”. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 2001. 2: 21–105, 11: 665– 709.
22. Seoáñez Calvo Mariano. “Manual de Contaminación Marina y Restauración del Litoral.”. España. 2000. Ediciones Mundi Prensa. Libro IV. 17: 153 – 162. 18: 165 – 171. 19: 175 – 180. 20: 181 – 184. 21: 185 – 188. 22: 189 – 203.
23. Serrano Varela María Inés. “Enfermedades Infantiles por Agua Contaminada”. Buenos Aires – Argentina. 1999.

ANEXOS

**ANEXO 1 FICHA DE INFORME DE LABORATORIO ENSAYO DE AGUAS
MW/FQ-258-14**

Solicitante : EDUARDO ZORRILLA TARAZONA

Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Muestra tomada por:

DATOS DE LA MUESTRA

Código	Propietario	Dirección	Muestra tomada de	Nº de muestra
MW/FQ 258-14				

Código	Toma de muestra	Recepción de laboratorio	Análisis
MW/FQ 258-14			

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ					LMP (*)
		258-14					
Coliformes totales	UFC/100 mL						<1
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL						<1
Conductividad	µ S / cm						1500
Sólidos disueltos totales	mg / L						1000
Turbiedad	UNT						5
pH	Valor de pH						6,5 – 8,5
Temperatura	°C						ND
Cloro residual libre	mg / L						0,3 - 0,5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I y II

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

Determinación de:	Métodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 th ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 th ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico

Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
pH	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas

DNPSC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CON presencia de coliformes

DNPSC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIN presencia de coliformes

UFC: Unidad Formadora de Colonia

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

ND: No determinado

ANEXO 2: FICHA DE INSPECCIÓN HIGIÉNICO SANITARIA DE LAS REDES

DISTRITO _____

PUNTO _____

DIRECCIÓN _____

FECHA/HORA DE INSPECCION _____

I.- CONDICIONES HIGIÉNICO SANITARIAS DEL PUNTO DE MUESTREO

1.- Presencia de Basurales: SI () NO ()

2.- Presencia de animales: SI () NO ()

3.- Letrinas/silos: SI () NO ()

4.- Tipo de suelo: _____

II.- CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

1.- Material: Noble () Rústico ()

2.- Profundidad del desagüe (aprox.) _____

3.- Revestimiento interno: SI () NO ()

4.- Tapa adecuada: SI () NO ()

5.- Algas en paredes: SI () NO ()

6.- Insectos/Vectores: SI () NO ()

7.- Fuga de Agua: SI () NO ()

8.- Manguera de descarga

Estado de conservación: B () R () M ()

INSPECTOR _____